

**EFEK ANTIHIPERGLIKEMIA SUSU JAGUNG FERMENTASI  
DENGAN *Lactobacillus plantarum***



**Skripsi**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Meraih Gelar Sarjana Sains Biologi  
pada Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Alauddin Makassar

Oleh:  
**MUTMAINNAH**  
NIM. 60300114149

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI ALAUDDIN MAKASSAR  
2018**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Mahasiswa yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mutmainnah  
NIM : 60300114149  
Tempat/Tgl. Lahir : Bulukumba/23 Desember 1996  
Jur/Prodi : Biologi  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Alamat : Jl. Bontotangnga Perumahan Hertasning Madani Blok K.  
No.4  
Judul : Efek Antihiperglikemia Susu Jagung Fermentasi dengan  
*Lactobacillus Plantarum*

Menyatakan dengan sesungguhnya dan penuh kesadaran bahwa skripsi ini benar adalah hasil karya sendiri. Jika di kemudian hari terbukti bahwa ia merupakan duplikat, tiruan, plagiat, atau dibuat oleh orang lain, sebagian atau seluruhnya, maka skripsi dan gelar yang diperoleh karenanya batal demi hukum.

Gowa, 21 November 2018  
Penyusun

Mutmainnah  
Nim : 60300114149

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
**ALAUDDIN**  
M A K A S S A R

## PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul, “Efek Antihiperglikemia Susu Jagung Fermentasi dengan *Lactobacillus plantarum*.”, yang disusun oleh Mutmainnah, NIM: 60300114149, mahasiswa Jurusan Biologi pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, telah diuji dan dipertahankan dalam sidang *Munaqasyah* yang diselenggarakan pada hari Rabu, 21 November 2018 M yang bertepatan 13 Rabiul Awal 1440 H, dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dalam Ilmu Sains dan Teknologi, Jurusan Biologi (dengan beberapa perbaikan).

Gowa, 21 November 2018 M

13 Rabiul Awal 1440 H

### DEWAN PENGUJI:

Ketua	: Dr. Wasilah, S.T., M.T.	(.....)
Sekretaris	: Hasyimuddin, S.Si., M.Si.	(.....)
Munaqisy I	: St. Aisyah Sijid, S.Pd., M.Kes.	(.....)
Munaqisy II	: Dr. H. Syamsuri, S.S., M.Ag	(.....)
Pembimbing I	: Dr. Fatmawati Nur, S.Si., M.Si	(.....)
Pembimbing II	: Dr. Hafsan, S.Si., M.Pd	(.....)

Diketahui oleh:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Alauddin Makassar,

Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag.

NIP. 1969/205 199303 1 001



## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah swt. Atas limpahan berkat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “*Efek Antihiperglikemia Susu Jagung Fermentasi Dengan Lactobacillus Plantarum*”. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada baginda Rasulullah Muhammad saw. beserta keluarga dan sahabatnya. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.

Selanjutnya penulis ucapkan terima kasih, doa dan harapan kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini. Skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, motivasi, kerjasama maupun bimbingan dari berbagai pihak. Ucapan terima kasih ini penulis ucapkan kepada:

1. Allah Swt. yang telah memberi kemudahan dan rezeki yang berlimpah sehingga penulis dapat menyelesaikan ujian akhir dan mengerjakan skripsi dengan baik.
2. Bapak Muh.Gassing dan Ibu Upriana tercinta selaku orang tua penulis, yang selalu mendoakan, mendidik dan memberikan kasih sayang dengan sepenuh hati dalam segala kegiatan dan selalu memberikan semangat baik materi atau nonmateri kepada penulis dalam menuntut ilmu.

3. Kedua saudara Kandung penulis, Sri Muliani, S.Pd dan Srimuliarti, S.Pd, yang sangat membantu baik material maupun non material dalam menuntut ilmu. Serta semua keluarga penulis yang selalu mendoakan, tanpa terkecuali. Semoga rahmat dan kasih sayang Allah Swt. selalu menaungi mereka dan kemudian kelak dikumpulkan di Jannah-Nya.
4. Guru-guruku TK Nurul Hidayat, MI 1 Bulukumba, SMPN 1 Bulukumba dan SMK 1 Bulukumba yang pernah penulis jadikan tempat menimba ilmu. Perantara merekalah penulis dapat mengenal baca tulis dan memahami agama dengan benar, semoga Allah Swt. selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada mereka.
5. Prof. Dr. H. Musafir Pababbari, M.Ag. selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar serta seajarannya.
6. Prof. Dr. H. Arifuddin Ahmad, M.Ag. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar dan seajarannya.
7. Dr. Mashuri Masri, S.Si., M.Kes. selaku Ketua Jurusan Biologi di Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi.
8. Hasyimuddin S.Si., M.Si. selaku Sekertaris Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.
9. Isna Rasdiana, Azis, S.Si., M.Sc. sebagai dosen pembimbing akademik yang selalu memberi semangat dan turut mendoakan penulis.

10. Dr. Fatmawati, S.Si., M.Si. sebagai pembimbing I dan Dr. Hafsan, S.Si., M.Pd sebagai pembimbing II yang dengan sabar selalu memberikan bimbingan, arahan, masukan baik dari keilmuan maupun agama yang dengan tulus hati meluangkan waktu membimbing penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Semoga Allah Swt. selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada mereka.
11. St. Aisyah S, S.Pd., M.Kes dan Dr. H. Syamsuri S.S., M.Ag, selaku Dosen Penguji yang telah banyak memberikan masukan serta saran yang sangat membangun untuk memulai penelitian dan penulisan skripsi.
12. Dr. Mashuri Masri, S.Si., M.Kes selaku dosen penguji Komprehensif Mikrobiologi, Nurlaila Mappanganro, S.P.,M.P. selaku dosen Komprehensif Ilmu Biologi yang sangat membantu penulis untuk mengingat kembali ilmu yang penulis dapatkan dan Dr. Shuhufi Abdullah, M.Ag. selaku Dosen Komprehensif Agama yang sangat membantu penulis untuk mempelajari agama lebih banyak lagi.
13. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Pengajar yang selama ini telah mengajarkan banyak hal serta pengetahuan yang penulis belum pernah dapatkan dimana pun, semoga Allah swt. selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada mereka.
14. Kepada para Laboran Jurusan Biologi Kurniati, S.Si, Zulkarnain, S.Si., M.Kes, Farida, S.Si, yang selalu mendampingi penulis dalam bekerja di labolatorium mulai dari penulis menjadi praktikan hingga penulis melakukan



penelitian untuk penyelesaian tugas akhir, semoga Allah swt. selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada mereka.

15. Karyawan dan Staf dalam lingkup Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar yang telah banyak membantu penulis dalam mengurus surat-menyuratnya.
16. Kepala Perpustakaan UIN Alauddin Makassar dan staf pustakawan yang telah memfasilitasi penulis dalam hal pengumpulan referensi selama penyusunan tugas akhir.
17. Terima kasih kepada Kak Ati yang sangat membantu penulis dalam mengurus surat-menyurat penelitian penulis, semoga Allah swt. selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada beliau.
18. Nursiah, S.Farm., M.Farm. selaku kepala laboratorium Biofarmasi Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin yang telah banyak memberikan bimbingan selama penulis melaksanakan penelitiannya.
19. Terima kasih kepada Madani Squad dan syarang squad, yang selalu ada dalam suka duka selama 4 tahun dan menjadi penyemangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
20. Terima kasih kepada teman-teman angkatan 14CTEAL tercinta yang selalu memberikan semangat dan bantuan tenaga kepada penulis.
21. Terima kasih kepada kakak sinapsis, ranvier, brasialis, adik-adik angkatan impuls, dan Immunoglobulin, dan interneuron, yang telah memberi semangat kepada penulis.

22. Terima kasih kepada teman-teman KKN Soppeng Ak-57 dan teman-teman seperjuangan Watutoa Squad (Muhsin, parman, Andi, Ila, fatma, Nummi, Hanna, dan Ema) atas kerjasamanya selama 2 bulan sehingga masa-masa KKN dapat terlewati dengan indah.

23. Terima kasih pula kepada semua pihak yang telah membaca dan berkenan memberikan masukan, saran dan koreksi pada tulisan ini. Pada akhirnya, penulis tetap bertanggung jawab sepenuhnya terhadap tulisan ini meskipun dalam penyusunannya menerima banyak masukan dan bantuan dari berbagai pihak. Semoga karya sederhana ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Semoga Allah swt. memberikan balasan atas segala bantuannya. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu saran dan kritikan yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga penulisan skripsi ini bermanfaat bagi kita semua. Aamiin Yaa Rabbal Alamin.

Makassar, 21 November 2018

Penulis

Mutmainnah

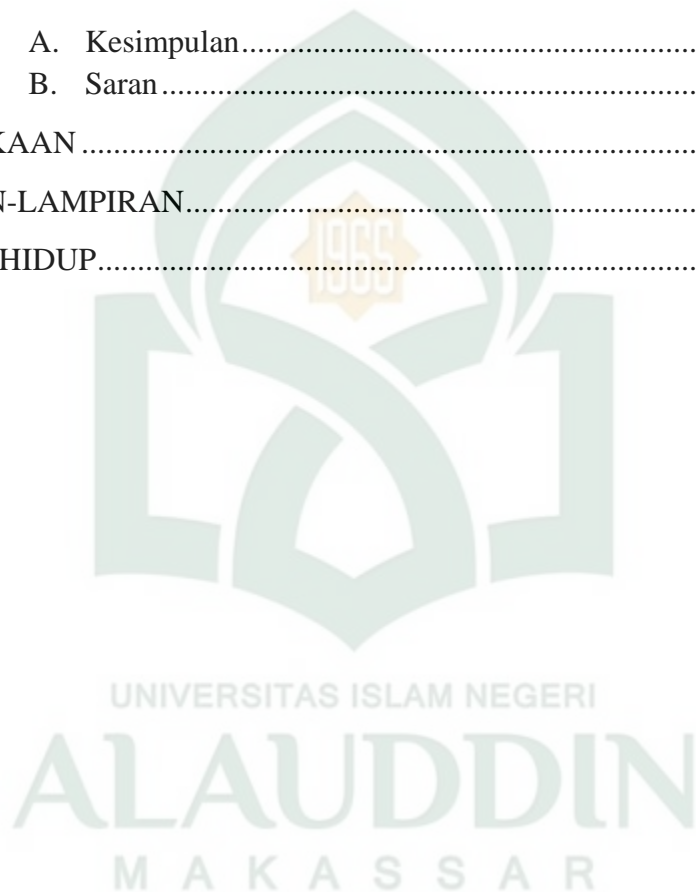
Nim : 60300114149



## DAFTAR ISI

JUDUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
ABSTRAK .....	xiv
ASTRACT .....	xv
 BAB I       PENDAHULUAN .....	 1-10
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	7
C. Ruang Lingkup Penelitian .....	8
D. Kajian Pustaka/Penelitian Terdahulu .....	8
E. Tujuan Penelitian.....	10
F. Kegunaan Penelitian .....	10
 BAB II       TINJAUAN TEORITIS .....	 11-29
A. Ayat yang Relevan .....	11
B. Tinjauan Umum tentang Penyakit Diabetes .....	13
C. Tinjauan Umum tentang Bakteri Probiotik .....	17
D. Tinjauan Umum tentang Susu jagung ( <i>Zea mays</i> . L).....	22
E. Tinjauan Umum tentang Pangan Fungsional.....	24
F. Tinjauan Umum tentang Mencit ( <i>Mus musculus</i> ).....	27
G. Hipotesis .....	29
H. Kerangka Pikir.....	30
 BAB III      METODOLOGI PENELITIAN.....	 31-36
A. Jenis dan Pendekatan Penelitian.....	31
B. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	31
C. Variabel Penelitian .....	31
D. Definisi Operasional Variabel .....	32
E. Metode Pengumpulan Data .....	32
F. Instrumen Penelitian .....	32

	G. Prosedur Kerja .....	33
	H. Analisis Data .....	38
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39-49
	A. Hasil Penelitian.....	39
	B. Pembahasan .....	42
BAB V	PENUTUP .....	50
	A. Kesimpulan.....	50
	B. Saran .....	50
KEPUSTAKAAN .....		51-55
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....		56-6
RIWAYAT HIDUP.....		64



## DAFTAR GAMBAR

2.1	Analogi keadaan normal dan diabetes di dalam sel .....	14
2.2	Jagung ( <i>Zea mays</i> . L).....	22
2.3	Mencit ( <i>Mus musculus</i> ).....	27
4.1	Grafik Penurunan Kadar glukosa darah mencit.....	39
4.2.1	Grafik rata-rata penurunan kadar glukosa darah mencit.....	40



## DAFTAR TABEL

4.1.	Tabel Hasil Pengukuran Kadar Glukosa Darah semua kelompok.....	38
4.2.	Tabel Hasil Penurunan kadar Glukosa Darah me.....	39
4.3.	Hasil Uji Statistik <i>Analysist of varian</i> ANOVA .....	41



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Kadar Glukosa Darah Mencit ( <i>Mus musculus</i> ) .....	55
Lampiran 2 <i>Analysis of variant</i> ANOVA.....	57
Lampiran 3 Perhitungan Dosis Aloksan .....	57
Lampiran 4 Perhitungan Dosis Acarbose.....	58
Lampiran 5 Pembuatan Kultur Bakteri.....	59
Lampiran 6 Pembuatan Susu Jagun fermentasi.....	60



## ABSTRAK

**Nama** : Mutmainnah  
**Nim** : 60300114149  
**Judul Skripsi** : Efek antihiperglikemia susu jagung fermentasi dengan *Lactobacillus plantarum*

---

Sejauh ini pengobatan diabetes yang telah dilakukan berupa suntikan insulin dan obat antidiabetik oral yang tergolong mahal dan memberikan efek samping. Diabetes dikenal sebagai gangguan metabolisme kronis yang disebabkan karena tingginya kadar glukosa darah. Seiring perkembangan ilmu pengetahuan, pengobatan diabetes lebih dianjurkan untuk menggunakan pangan fungsional, salah satunya adalah susu jagung fermentasi dengan bantuan (BAL) yang memiliki peranan penting dalam proses fermentasi dan mampu mempengaruhi kesehatan saluran pencernaan serta sistem kekebalan tubuh. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek antidiabetik susu jagung fermentasi dengan *L. plantarum*. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi dan laboratorium Biofarmasi Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin. Metode yang digunakan meliputi penginduksian sampel dengan aloksan secara intraperitoneal untuk mendapatkan kondisi diabetes, memberikan intervensi susu jagung fermentasi kedalam 6 perlakuan secara oral. Melakukan pengamatan terhadap kadar glukosa darah dengan menggunakan glucometer pada hari ke 7 dan 14 untuk melihat kemampuan susu jagung fermentasi *L. plantarum* dalam menurunkan kadar glukosa darah. Hasil Uji Statistik *Analysist Of Varian* ANOVA menunjukkan nilai  $p = 0.90 > p = 0.05$ . Hal tersebut menunjukkan bahwa tidak adanya perbedaan nyata efek dari intervensi yang dilakukan atau kadar glukosa darah setiap perlakuan yang dibandingkan tidak memiliki perbedaan secara signifikan, namun meskipun demikian pemberian *L. plantarum* asal dangke dapat menurunkan kadar glukosa darah mencit (*Mus musculus*) ICR Jantan, namun tidak dengan susu jagung pada konsentari yang digunakan.

**Kata kunci** : Pangan Fungsional, Diabetes, susu jagung, BAL, *Lactobacillus plantarum*,



## ABSTRACT

**Name** : Mutmainnah  
**Nim** : 60300114149  
**Thesis title** : The antihyperglycemia effect for fermented corn milk with *Lactobacillus plantarum*

---

So far the diabetes treatment that has been carried out in the form of injections of insulin and oral antidiabetic drugs that are classified as expensive and provide side effects. Diabetes is known as a chronic metabolic disorder caused by high blood glucose levels. Along with the development of science, diabetes treatment is more recommended to use functional food, one of which is fermented corn milk with help (LAB) which has an important role in the fermentation process and can affect the health of the digestive tract and the immune system. This study aims to determine the antidiabetic effects of fermented corn milk with *L. plantarum*. This research was conducted in the Microbiology laboratory of the Department of Biology, Faculty of Science and Technology and Biopharmaceutical laboratory, Faculty of Pharmacy, Hasanuddin University. The method used included induction of intraperitoneal samples with alloxan to obtain a diabetic condition, giving fermented corn milk intervention into 6 oral treatments. Observing blood glucose levels using a glucometer on days 7 and 14 to see the ability of *L. plantarum* fermented corn milk to reduce blood glucose levels. Statistical Test Results Analysis of Variant ANOVA shows the value of  $p = 0.90 > p = 0.05$ . This shows that there is no significant difference in the effect of the intervention or the blood glucose level of each treatment compared does not have a significant difference, but even so the administration of *L. plantarum* can reduce blood glucose levels in male ICR (*Mus musculus*), but not with corn milk at concentrates used.

**Keywords:** Functional Food, Diabetes, corn milk, BAL, *Lactobacillus plantarum*,

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar belakang**

Seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya hidup sehat, maka tuntutan konsumen terhadap bahan pangan juga kian meningkat. Bahan pangan yang saat ini banyak diminati oleh konsumen bukan hanya yang memiliki komposisi gizi yang baik serta penampakan dan cita rasa yang menarik, akan tetapi juga harus memiliki fungsi fisiologis tertentu bagi tubuh. Allah swt. Tidak menciptakan sesuatu yang ada di dunia ini kecuali ciptaan itu bermanfaat bagi makhluk lainnya. Sebagai makhluk yang paling sempurna dengan hadirnya akal pikiran manusia diperintahkan untuk selalu menuntut ilmu, berpikir dan beranalisa untuk mengetahui manfaat dari segala apa yang diciptakan oleh Allah swt.

Hal tersebut sesuai dengan firman Allah dalam QS. Ali-Imran /3: 191.

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمٰوٰتِ  
وَالْاَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هٰذَا بَطِيْلًا سُبْحٰنَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ۙ ۱۹۱

Terjemahnya:

(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka (Kementrian Agama RI, 2012).

Tafsir Ibnu Katsir (2004), menjelaskan bahwa makna ayat tersebut yaitu Allah swt. berfirman “Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi.” Artinya, yaitu pada ketinggian dan kekuasaan langit dan juga pada kerendahan bumi serta

kepadatannya. Dan juga tanda-tanda kekuasaan-Nya yang terdapat pada ciptaan-Nya yang dapat dijangkau oleh indera manusia pada keduanya (langit dan bumi), baik yang berupa; bintang-bintang, komet, daratan dan lautan, pegunungan dan pepohonan, tumbuh-tumbuhan, buah-buahan, binatang, barang tambang, serta berbagai macam warna dan aneka ragam makanan dan bebauan. Semua itu merupakan ketetapan Allah swt. yang Maha Perkasa lagi Maha Mengetahui.

Sebagai makhluk yang berakal manusia mampu mengetahui, mempelajari serta mengolah segala sesuatu yang ada dimuka bumi ini untuk kemudian dapat dimanfaatkan sesuai dengan peruntukannya. Seiring perkembangan teknologi saat ini yang semakin maju, maka semakin mudah pula bagi manusia untuk menciptakan segala sesuatu yang dapat bermanfaat bagi masyarakat. Dari sekian banyaknya tumbuhan dimuka bumi ini, jagung merupakan salah satu sumber pangan yang mengandung karbohidrat kompleks sebagai penghasil energi. Selain digunakan sebagai pengganti nasi, jagung juga mampu dimodifikasi menjadi susu fermentasi dengan bantuan mikroorganisme yaitu bakteri asam laktat.

Mengonsumsi makanan yang bermanfaat lagi halal telah dijelaskan dalam QS. al-Baqarah ayat/2: 168 sebagai berikut:

يَا أَيُّهَا النَّاسُ كُلُوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوَاتِ الشَّيْطَانِ  
إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ مُبِينٌ ١٦٨

Terjemahnya:

“Hai sekalian manusia, makanlah yang halal lagi baik dari apa yang terdapat di bumi, dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah syaitan; karena sesungguhnya syaitan itu adalah musuh yang nyata bagimu” (Kementrian Agama RI, 2012).

Ayat diatas menjelaskan bahwa Allah swt. memerintahkan untuk memakan makanan yang halal lagi baik dari apa yang telah Allah berikan dan mudahkan kepada sekalian manusia. Maka takut dan taatlah selalu kepada Allah swt. selama kita beriman kepada-Nya (Shihab, 2008) kita semua dituntut tidak hanya mengkonsumsi makanan yang halal tetapi juga yang *tayyib*.

Diabetes dikenal sebagai gangguan metabolisme kronis yang disebabkan karena tingginya kadar glukosa darah (Lin and Sun, 2010). Diabetes mellitus (DM) adalah suatu kelompok penyakit gangguan metabolik yang ditandai dengan peningkatan kadar glukosa darah melebihi normal (hiperglikemia). Hiperglikemia pada DM yang tidak terkontrol dapat menyebabkan kerusakan berat pada jaringan tubuh seperti saraf, dan pembuluh darah (Icks dkk., 2009). Pada tahun 2000 Badan dunia *World Health Organization* (WHO) melaporkan bahwa Indonesia berada di urutan keempat terbanyak kasus diabetes setelah India, Cina, dan Amerika Serikat, dengan prevalensi 8,6 persen dari total penduduk (WHO, 2009), sehingga penambahan jumlah dan jenis pengobatan penyakit diabetes sangat diperlukan.

Masyarakat saat ini hanya mengandalkan obat antidiabetes yang beredar di pasaran cukup banyak dan bervariasi, namun terapi dengan sintetis sering menemui kegagalan, antara lain disebabkan resistensi terapi, efek samping, dan biaya yang tinggi akibat pengobatan jangka panjang (Marianne dkk., 2014).

(Katzung, 2009 ; Triplitt *et al.*, 2008 ; Sharma, 2012) menyatakan bahwa Salah satu contoh obat antidiabetes terapi farmakologi yang sering digunakan oleh masyarakat yaitu glibenklamid dari golongan sulfonilurea. Glibenklamid digunakan untuk mengobati hiperglikemia *non insulin dependent diabetes mellitus* (DM Tipe 2).

Golongan *sulfonilurea* oral mempunyai efek reaksi alergi pada kulit, hipoglikemi, kolestasis, anemia aplastik, dan anemia hemolitik. Hipoglikemi sendiri akan mengakibatkan penderita menjadi syok, kejang, koma bahkan bisa saja menyebabkan kematian. Efek samping yang fatal biasanya terjadi pada penderita usia lanjut yang telah lama mengkonsumsi glibenklamid serta memiliki kelainan hepar dan ginjal (Dipiro *et al*, 2015) .

Dengan meninjau banyaknya efek samping yang ditimbulkan pada terapi farmakologi modern yang sama sekali tidak diharapkan oleh sebagian besar penderita DM, maka dari itu sebagian besar penderita mulai melirik pengobatan alternative lain dengan mengkonsumsi makanan atau minuman berbahan dasar alami yang berpotensi menurunkan konsentrasi glukosa di dalam darah tanpa atau sedikit efek samping.

Menurut Balfour *and* McTavish (1993), penanganan yang paling efektif untuk pasien diabetes adalah dengan cara mengendalikan kadar glukosa darah pasien diabetes. Menurut Lye., dkk.(2009), pengendalian diabetes dan penurunan kadar glukosa darah bisa dengan menggunakan probiotik. Glukosa darah tikus yang diberi perlakuan dengan *Lactobacillus* BNR17 lebih rendah dari pada kelompok yang tidak diberikan perlakuan (Yun.,dkk., 2009).

Bakteri asam laktat (BAL) *Lactobacillus Plantarum* adalah bakteri Gram positif dan menjadi salah satu bakteri yang memiliki peranan penting dalam proses fermentasi. *L. plantarum* merupakan bakteri probiotik yang mampu bertahan hidup selama proses pengolahan, penyimpanan serta dalam ekosistem saluran pencernaan, meskipun terdapat berbagai rintangan seperti air liur, asam lambung dan asam empedu. bakteri probiotik ini juga mampu berkembang biak, tidak beracun sertatidak patogen (Kullen and Klaenhamer, 1999).

Dangke adalah produk olahan susu sapi atau kerbau, sejenis keju lunak yang dihasilkan tanpa proses fermentasi dan menjadi makanan khas di Kabupaten Enrekang Propinsi Sulawesi Selatan. Adapun jumlah susu yang diolah menjadi dangke di daerah tersebut sekitar 6.000 liter perhari. Sedangkan sisa hasil pengolahan whey dangke sekitar 3.600 liter perhari dan umumnya dibuang begitu saja. Dalam hal ini penanganan whey dangke sangat diperlukan demi mencegah terjadinya pencemaran lingkungan khususnya di Kabupaten Enrekang (Fatma dkk, 2012: 353).

Pemanfaatan whey dangke dalam pembuatan susu jagung (*Zea mays. L*) fermentasi adalah langkah awal dalam penanganan terjadinya pencemaran lingkungan. Data yang lengkap terkait pemanfaatan whey dangke akan menjadi informasi ilmiah bagi peneliti ataupun masyarakat untuk pemanfaatan whey dangke lebih lanjut. Whey dangke dapat dijadikan sebagai *starter* dan dapat diolah menjadi berbagai produk makanan atau minuman. Salah satu produk whey dangke yaitu minuman fermentasi (Gallardo-Escamila dkk., 2007).



Terdapat beberapa mekanisme terkait sifat fungsional probiotik sebagai antidiabetes. Beberapa strain probiotik mampu mengurangi stres oksidatif pankreas yang menyebabkan peradangan kronis dan apoptosis sel beta pankreas (Zhang and Zhang, 2013). Hal ini berhubungan dengan aktivitas antioksidan yang dimiliki oleh probiotik. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa bakteri probiotik secara signifikan dapat mengurangi stres oksidatif pada tikus diabetes yang diinduksi pada pakan tinggi fruktosa dan diberi perlakuan *L. acidophilus* dan *L. casei* pada dahi (Yadav *et al.* 2007). Penelitian lainnya juga melaporkan bahwa beberapa bakteri asam laktat memiliki aktivitas antioksidan serta kemampuan antidiabetes secara *in vitro* (Chen *et al.* 2014).

Pangan fungsional adalah bahan pangan yang mengandung komponen bioaktif yang memberikan efek fisiologis multifungsi bagi tubuh, antara lain memperkuat daya tahan tubuh, mengatur ritme kondisi fisik, memperlambat penuaan, membantu mencegah penyakit. Komponen bioaktif tersebut adalah senyawa yang mempunyai fungsi fisiologis tertentu diluar zat gizi dasar serat termasuk zat non gizi yang mampu memerangi kanker serta menjaga kolesterol dan gula darah agar tetap normal. Substitusi serat banyak digunakan dalam produk sereal yang menjadi menu favorit bagi kaum barat (Wijaya, 2002). Jagung termasuk tanaman sereal mengandung banyak serat pangan yang populer diteliti potensi kandungan unsur pangan fungsionalnya (Suarni, 2009).

Kebutuhan protein bagi manusia didalam makanan sehari-hari dapat dipenuhi dari bahan pangan nabati dan hewani, salah satunya adalah susu. Upaya diversifikasi

pangan telah banyak dilakukan oleh masyarakat, salah satunya dengan mengolah jagung manis menjadi susu jagung. Susu jagung merupakan minuman yang diperoleh dari penggilingan biji jagung manis untuk memperoleh filtratnya. Susu jagung manis atau sari jagung manis adalah bahan baku yang sangat aman dikonsumsi bagi orang yang alergi akan susu sapi. Secara teknis, susu jagung manis bukanlah susu yang dikenal seperti susu sapi, melainkan susu ini merupakan minuman yang terbuat dari sari jagung manis yang mulai populer di kalangan vegetarian, karena bahan dasarnya yang berasal dari tumbuhan. Selain memiliki nilai gizi yang berbeda dibandingkan dengan jagung-jagung pada umumnya, kandungan gulanya pun sangat rendah sehingga baik dan aman untuk dikonsumsi bagi penderita *Diabetes mellitus*.

Berdasarkan beberapa hasil penelitian terkait sifat fungsional yang dimiliki strain probiotik dari bakteri asam laktat, maka susu jagung fermentasi *L. plantarum* diduga memiliki beberapa sifat fungsional tersebut. Untuk mengetahui sifat fungsional dari susu jagung fermentasi *L. plantarum*, maka dilakukan penelitian dengan judul efek antidiabetik susu jagung fermentasi dengan *L. plantarum*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi informasi mengenai potensi pangan fungsional berbasis pangan lokal sehingga dapat meningkatkan kedaulatan pangan Indonesia, dan mengurangi jumlah penderita penyakit Diabetes.

## **B. Rumusan Masalah**

Bagaimana efek antidiabetik susu jagung fermentasi dengan *Lactobacillus plantarum*.

### **C. Ruang Lingkup Penelitian**

Penelitian ini dilakukan secara *in vivo* dengan menggunakan mencit (*Mus musculus*) ICR jantan dengan bobot badan rata-rata 18-33 gram dan usia 2-3 bulan yang diperoleh dari Laboratorium Biofarmasi Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin. Penelitian ini terdiri dari penginduksian dengan menggunakan aloksan pada mencit (*Mus musculus*), selanjutnya dilakukan pemberian suplemen probiotik dengan menggunakan susu jagung fermentasi *L. plantarum* yang diisolasi dari limbah dangke dan berpotensi sebagai bakteri probiotik. Adapun jagung yang digunakan yakni jagung manis yang masih muda. Terakhir pengukuran kadar glukosa darah pada hari ke 7 dan 14.

### **D. Kajian Pustaka/Penelitian Terdahulu**

1. Prameswari, dkk (2014), dalam penelitiannya yang berjudul uji efek ekstrak air daun pandan wangi terhadap penurunan kadar glukosa darah dan histopatologi tikus diabetes mellitus berdasarkan hasil penelitiannya bahwa aktivitas antioksidan dalam ekstrak air daun pandan wangi sebesar 66.82%. Berdasarkan hasil uji didapatkan bahwa terapi diabetes dengan obat metformin lebih efektif dalam menurunkan kadar glukosa darah namun tidak lebih baik dalam memperbaiki kerusakan jaringan pankreas akibat senyawa diabetogenik aloksan jika dibandingkan dengan ekstrak air daun pandan wangi. Dosis ekstrak air daun pandan wangi sebesar 600 mg/kg bb lebih baik dalam menurunkan kadar glukosa darah dan memperbaiki jaringan pankreas jika dibandingkan dengan dosis 300 mg/kg bb.

2. Afifah, dkk (2011), dalam penelitiannya yang berjudul efek antidiabetes herba ciplukan (*physalis angulata* linn.) Pada mencit diabetes dengan induksi aloksan. Adapaun hasil yang diperoleh ekstrak air herba ciplukan (*physalis angulata* l.) Dosis 10 mg/kgbb dan fraksi air herba ciplukan dosis 4,84 mg/kgbb pada t7 sampai t21 mempunyai efek yang sama dengan pembanding (glibenklamid dosis 0,65 mg/kgbb ( $p>0,05$ )).

3. Syafiqoh (2016), dalam penelitiannya yang berjudul aktivitas antioksidan dan efek antidiabetes probiotik *lactobacillus plantarum* sk(5) asal bekasam. Adapun hasil yang didapatkan yaitu ekstrak kasar media kultur *L. Plantarum* sk(5) memiliki aktivitas antioksidan (*moderately good*) dan diduga memiliki aktivitas inhibisi alfa-glukosidase. Berat badan kelompok tikus yang diinduksi diabetes mengalami penurunan. Kadar glukosa darah tikus yang diinduksi diabetes mengalami penurunan setelah perlakuan 14 hari dan tidak berbeda antarperlakuan, maupun dengan tikus normal. Penurunan tertinggi adalah perlakuan pemberian *Lactobacillus plantarum* sk(5) (30 mg/kg bb). Jumlah sel beta pankreas juga menunjukkan adanya regenerasi sel setelah 14 hari pemberian liofilisasi *lactobacillus plantarum* sk(5). *Lactobacillus plantarum* sk(5) memiliki efek antidiabetes dan tidak bersifat toksik selama 14 hari pemberian dengan dosis yang sama.

4. Purnama, dkk (2017). Dalam penelitiannya dengan judul *Lactobacillus casei* Fermented Milk as a Treatment for Diabetes in Mice (*Mus musculus*). Adapun hasil yang didapatkan yaitu rata-rata kadar glukosa darah mencit yang diberikan susu fermentasi *L. casei* sebagai terapi diabetes ditampilkan pada berdasarkan uji statistik

menunjukkan bahwa perlakuan pemberian susu fermentasi *L. casei* berpengaruh sangat nyata terhadap kadar glukosa darah mencit ( $P < 0,01$ ) sedangkan lama pemberian dan interaksinya berpengaruh ( $P < 0,01$ ) terhadap penurunan gula darah mencit.

#### **E. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui efek antidiabetik susu jagung fermentasi dengan *L. plantarum*.

#### **F. Kegunaan Penelitian**

Adapun kegunaan penelitian ini adalah:

1. Untuk memberikan informasi bahwa olahan susu jagung fermentasi *Lactobacillus plantarum* asal limbah dangke dapat berpengaruh pada penyakit diabetes.
2. Sebagai sumber informasi dan referensi mengenai efek antidiabetik susu jagung fermentasi *Lactobacillus plantarum* asal dangke.
3. Sebagai bahan perbandingan untuk penelitian selanjutnya yang memiliki relevansi dengan penelitian ini.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### **A. Ayat Yang Relevan**

Allah swt. menciptakan alam seisinya sebagai rahmat untuk kemaslahatan umat manusia. Manusia berhak untuk memanfaatkan kekayaan alam semaksimal mungkin dalam rangka untuk meningkatkan kesejahteraan mereka serta sebagai bentuk rasa syukur atas nikmat yang telah diberikan oleh Allah swt. Seperti yang disebutkan dalam QS. al-Baqarah ayat/2: 29 yang berbunyi:

هُوَ الَّذِي خَلَقَ لَكُمْ مَّا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا ثُمَّ أَسْتَوَىٰ إِلَى السَّمَاءِ  
فَسَوَّاهُنَّ سَبْعَ سَمَوَاتٍ وَهُوَ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ ۚ ٢٩

Terjemahnya:

Dia-lah Allah, yang menjadikan segala yang ada di bumi untuk kamu dan Dia berkehendak (menciptakan) langit, lalu dijadikan-Nya tujuh langit. dan Dia Maha mengetahui segala sesuatu (Kementrian Agama RI, 2012).

Ayat diatas jelas menegaskan bahwa alam semesta beserta isinya yang sangat kompleks ini diciptakan Allah swt. untuk manusia. Makhluk ciptaan-Nya tersebut terdiri dari berbagai macam jenis tumbuhan, hewan maupun mikroorganisme. Ayat diatas memperingatkan kepada manusia bahwa Ia menjadikan segala sesuatu untuk kamu termasuk mikroba yang terdapat pada tubuh makhluk hidup. Disekitar kita, terdapat beberapa mikroba yang dapat menyebabkan penyakit. Namun adapula diantaranya yang dapat digunakan sebagai obat untuk menyembuhkan penyakit-



penyakit tertentu yang diketahui melalui penelitian-penelitian yang dilakukan oleh para ilmuwan.

Ayat ini memperingatkan kepada manusia bahwa dengan kekuasaan-Nya, Ia menciptakan tubuh dengan materi yang memiliki manfaatnya masing-masing. Termasuk didalamnya mikroba yang mendiami tubuh makhluk hidup. Beberapa mikroba yang ada disekitar kita terkadang dapat menyebabkan penyakit. Namun adapula diantaranya yang dapat digunakan sebagai obat untuk menyembuhkan penyakit-penyakit tertentu yang diketahui melalui diadakannya penelitian-penelitian oleh para ilmuwan. Hal ini telah dijelaskan di dalam sabda Rasulullah saw. yaitu:

إِنَّ اللَّهَ لَمْ يَنْزِلْ دَاءً إِلَّا أَنْزَلَ لَهُ شِفَاءً، عَلِمَهُ مَنْ عَلِمَهُ وَجَهْلَهُ مَنْ جَهْلَهُ

Artinya: Sesungguhnya Allah tidaklah menurunkan sebuah penyakit melainkan menurunkan pula obatnya. Obat itu diketahui oleh orang yang bisa mengetahuinya dan tidak diketahui oleh orang yang tidak bisa mengetahuinya. (HR. Ahmad, Ibnu Majah, dan Al-Hakim, beliau menshahihkannya dan disepakati oleh Adz-Dzahabi. Al-Bushiri menshahihkan hadits ini dalam Zawa'id-nya. Lihat takhrij Al-Arnauth atas Zadul Ma'ad, 4/12-13).

Hadits di atas memberikan pengertian kepada kita bahwa semua penyakit yang menimpa manusia maka Allah swt. akan menurunkan obatnya. Meskipun terkadang ada yang bisa menemukan obatnya, dan adapula yang belum bisa menemukannya. Oleh karena itu kita diminta untuk tetap bersabar karena Allah swt. telah menjelaskan bahwa ketika Dia menurunkan sebuah penyakit maka Dia turunkan pula obatnya.

Berdasarkan ayat diatas maka dapat diketahui bahwa setiap penyakit yang diturunkan oleh Allah swt. memiliki obatnya, akan tetapi bagi mereka orang-orang berilmu dan mampu mencari tahu dengan seksama.

### **B. Tinjauan Umum Tentang Penyakit Diabetes**

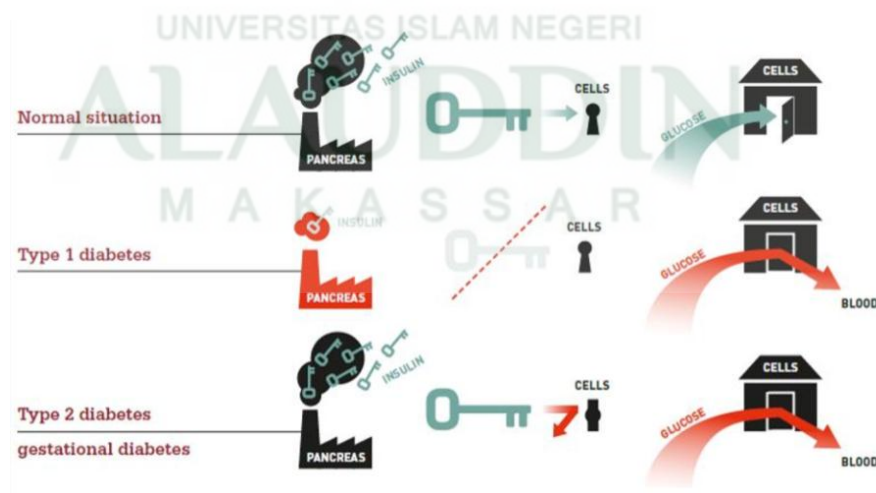
Diabetes dikenal sebagai gangguan metabolisme kronis yang disebabkan karena tingginya kadar glukosa darah (Lin dan Sun, 2010). Diabetes mellitus (DM) adalah suatu kelompok penyakit gangguan metabolik yang ditandai dengan peningkatan kadar glukosa darah melebihi normal (hiperglikemia). Hiperglikemia pada DM yang tidak terkontrol dapat menyebabkan kerusakan berat pada jaringan tubuh seperti saraf, dan pembuluh darah (Icks dkk., 2009).

Diabetes merupakan penyakit gangguan metabolik menahun, akibat pankreas tidak mampu memproduksi insulin, atau tubuh tidak dapat menggunakan insulin yang diproduksi secara efektif. Insulin adalah hormon yang mengatur keseimbangan kadar gula darah.

*Diabetes mellitus* (DM) merupakan penyakit kronis yang ditandai dengan kadar glukosa darah (KGD) yang tinggi (hiperglikemia) akibat pengaturan homeostasis glukosa yang tidak berjalan sempurna. Menurut Anonim 1 (2003) dalam jurnal *National Diabetes Fact Sheet United States*, penyakit *diabetes mellitus* terbagi atas 2 jenis yaitu diabetes tipe 1 dan tipe 2. Adapun diabetes tipe 1 atau *insulin-dependent diabetes mellitus* (IDDM) ditandai dengan sistem imun tubuh yang menghancurkan sel-sel  $\beta$ pankreas, sehingga sel  $\beta$  tidak mampu memproduksi hormon

insulin yang berfungsi untuk menurunkan kadar glukosa darah. Diabetes tipe 2 atau *non-insulin-dependent* diabetes mellitus (NIDDM) diawali dengan kondisi resistensi insulin yang ditandai dengan menurunnya sensitifitas reseptor insulin pada hati, jaringan otot, dan jaringan adiposa sehingga hormon insulin tidak dipergunakan sebagaimana mestinya. Oleh karena kebutuhan insulin meningkat, pankreas berusaha memproduksi insulin dalam jumlah lebih. Namun kondisi ini tidak mampu bertahan lama, sampai pada akhirnya sel  $\beta$  kehilangan kemampuannya (disfungsi sel  $\beta$ ) untuk memproduksi insulin dalam jumlah yang cukup untuk merespon kadar glukosa yang meningkat setelah makan (Chavez and Henry, 2005).

Diabetes terjadi ketika tubuh tidak dapat memproduksi cukup hormon insulin atau tidak dapat menggunakan insulin secara efektif. Insulin bertindak sebagai kunci yang memungkinkan sel-sel tubuh menggunakan glukosa dan menggunakannya sebagai energi.



**Gambar 2.1** Analogi keadaan normal dan diabetes di dalam sel (IDF 2013).

Diabetes dapat menyebabkan komplikasi kesehatan serius termasuk penyakit jantung, kebutaan, gagal ginjal, dan lain-lain. Ada dua jenis utama diabetes mellitus. Tipe 1 atau insulin dependent diabetes mellitus (IDDM) melibatkan autoimun. Tipe 2 atau non-insulin dependent diabetes mellitus (NIDDM) disebabkan karena berkurangnya sekresi insulin atau terjadinya resistensi insulin (Hwang dan Yun 2010).

*Diabetes melitus* (DM) adalah gangguan metabolisme yang ditandai dengan hiperglikemia dan berhubungan dengan abnormalitas metabolisme karbohidrat, lemak, protein yang disebabkan oleh penurunan sekresi insulin atau penurunan sensitivitas insulin atau keduanya dan menyebabkan komplikasi kronis mikrovaskuler, makrovaskuler dan neuropati (Sukandar, 2008).

*Diabetes mellitus* (DM) merupakan penyakit kronis yang ditandai dengan hiperglikemia yang disebabkan oleh resistensi insulin dan atau penurunan sekresi insulin akibat adanya kegagalan sel beta pankreas (Damasceno *et al.* 2014). Insulin bertindak sebagai kunci yang memungkinkan sel-sel tubuh untuk menggunakan glukosa sebagai energi. Indonesia merupakan negara dengan penderita diabetes peringkat tujuh di dunia dengan penderita sebanyak 8,5 juta jiwa pada tahun 2013 (IDF 2013).

Kalangan kedokteran menamakan penyakit DM sebagai “*Mother Of Diseases*” atau Ibu dari berbagai penyakit” Hal tersebut dapat dilihat dari seseorang yang mengidap penyakit kencing manis, jelas memiliki darah yang

tercemar oleh gula dan akan menyebar ke seluruh organ tubuh penting lainnya sehingga akan merusak organ (Fransisca, 2012).

NCD Word Healt Organisation (WHO) tahun 2010 melaporkan bahwa DM Menduduki peringkat ke-6 sebagai penyebab kematian. Sekitar 1,3 juta orang meninggal akibat diabetes dan 4 persen meninggal ebelum usia 70 tahun. Pada tahun 2030 diprkirakan DM meningkat dan menempati urutan ke-7 penyebab kematian di dunia. Sedangkan di Indonesia sendiri juga diperkirakan memiliki penyandang DM sebanyak 21,3 juta jiwa pada tahun 2030 (Depkes RI, 2013).

Kadar glukosa darah dalam tubuh meningkat secara beriringan dengan pencernaan dan penyerapan glukosa didalam makanan. Kadar glukosa darah pada individu normal atau dengan keadaan sehat yaitu sekitar 140 mg/dL, hal tersebut disebabkan karena adanya penyerapan glukosa dari darah oleh jaringan yang kemudian disimpan dan nantinya akan digunakan atau selanjutnya di oksidasi untuk menghasilkan energi. Kadar gluosa darah akan mengalami penurunan Setelah makanan dicerna dan diserap, hal tersebut dikarenakan sel akan terus memetabolisme glukosa (Marks, *et.al.* 2008: 464).

Terapi farmakologi dan obat modern pada penderita diabetes mellitus terdiri atas obat hipoglokemik oral, injeksi insulin dan injeksi antidiabetes lain. Ada enam Golongan obat antidiabetes oral yaitu (1) Golongan sulfonylurea, (2) glinid, (3) biguanid (4) tiazolidinedion (TZD), (5) penghambat glucosidase alfa, (6) Penghambat DPP-IV. Sedangkan Obat anti diabetes dengan injeksi yaitu (1) insulin, (2) analog GLP, (3) analog amylin. Salah satu contoh obat antidiabetes yang sering digunakan

oleh masyarakat yaitu glibenklamid dari golongan sulfonilurea. Glibenklamid digunakan untuk mengobati hiperglikemia *non insulin dependent diabetes mellitus* (DM Tipe 2) Katzung, 2009 ; Triplitt *et al.*, 2008 ; Sharma, 2012).

Golongan sulfonilurea oral mempunyai efek reaksi alergi pada kulit, hipoglikemi, kolestasis, anemia aplastic, dan anemia hemolitik. Hipoglikemi sendiri akan mengakibatkan penderita menjadi syok, kejang, koma bahkan bisa saja menyebabkan kematian. Efek samping yang fatal biasanya terjadi pada penderita usia lanjut yang telah lama mengonsumsi glibenklamid serta memiliki kelainan hepar dan ginjal (Dipiro *et al.*, 2005) .

### **C. Tinjauan Umum Tentang Bakteri Probiotik**

Bakteri probiotik adalah bakteri yang dapat meningkatkan kesehatan manusia (Kneifel, *et al.* 1999; Hoover, 2000). Bakteri probiotik mampu bertahan hidup selama pengolahan, penyimpanan dan di dalam ekosistem pencernaan, meskipun terdapat berbagai rintangan seperti asam lambung, air liur serta asam empedu. Selain itu bakteri probiotik mampu berkembang biak, tidak beracun serta tidak patogen (Kullen and Klaenhamer, 1999).

Bakteri probiotik yang tumbuh di dalam usus dapat menempel (adhesi) pada sel epitel dan membentuk koloni pada usus manusia dan bersifat antagonis terhadap bakteri patogen (Fuller, 1999), serta dapat mencegah kolonisasi bakteri patogen pada dinding mikroba usus (Crittenden, 1999). Efek ini sering disebut resistensi koloni (Kneifel, *et al.*, 1999).



Probiotik didefinisikan sebagai mikroorganisme yang dalam jumlah cukup dapat memberikan efek kesehatan bagi inang (Servin and Coccoiner, 2003). Berdasarkan FAO dan WHO (2006) penggunaan BAL sebagai probiotik memiliki beberapa syarat antara lain : 1) tahan terhadap asam, terutama pada asam lambung yang memiliki pH antar 1,5-2,0 sewaktu tidak makan dan pH 4,0-5,0 sehabis makan, sehingga mampu bertahan hidup lama ketika melalui lambung dan usus; 2) stabil terhadap garam empedu dan mampu bertahan hidup selama berada pada bagian usus kecil. Empedu disekresikan ke dalam usus untuk membantu absorpsi lemak dan asam empedu yang terkonjugasi dan diserap dari usus kecil; 3) memproduksi senyawa antimikrob seperti asam laktat, hidrogen peroksida dan bakteriosin; 4) mampu menempel pada sel usus manusia. Faktor penempelan oleh probiotik merupakan syarat untuk pengkolonisasi, aktivitas antagonis terhadap patogen, pengaturan sistem daya tahan tubuh dan mempercepat penyembuhan infeksi; 5) tumbuh baik dan berkembang dalam saluran pencernaan; 6) koagregasi membentuk lingkungan mikroflora normal dan seimbang. Koagregasi juga mencerminkan kemampuan interaksi antar kultur untuk saling menempel; dan 7) aman digunakan oleh manusia.

Bakteri probiotik umumnya merupakan kelompok mikroorganisme Grampositif, tidak memiliki sitokrom, hidup dalam kondisi anaerob, tetapi sebagian *aerotolerant*, toleran kondisi asam, dan umumnya melakukan fermentasi dengan asam laktat sebagai produk utamanya. Genus yang utama yakni *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, dan

*Bifidobacterium*. Anggota BAL dibedakan menjadi dua kelompok berdasarkan metabolisme karbohidratnya, yaitu homofermentatif yang terdiri dari *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, dan beberapa *Lactobacillus* yang memanfaatkan jalur Embden-Meyerhof (glikolitik). Jalur ini mengubah sumberkarbon menjadi asam laktat. Kelompok yang kedua adalah heterofermentatif, dimana kelompok ini adalah kelompok bakteri yang menghasilkan sejumlah laktat, CO<sub>2</sub>, etanol, atau asetat dari glukosa melalui jalur fosfoketolase. Anggota kelompok ini termasuk *Leuconostoc*, *Weissellia*, dan beberapa *Lactobacillus* (Vasiljevic and Shah, 2008).

*Lactobacillus* spp. adalah genus terbesar dari kelompok BAL. yang bersifat gram positif, tidak membentuk spora, serta bersifat naerob fakultatif. Bakteri ini banyak ditemukan pada produk makanan fermentasi seperti produk-produk susu fermentasi berupa yoghurt, keju, dan kefir. Produk fermentasi pada daging berupa sosis fermentasi, sedangkan produk fermentasi sayuran seperti pickel, kimchi, dan sauerkraut. *Lactobacillus* spp. berkontribusi untuk pengawetan, ketersediaan nutrisi, dan *flavour* pada produk fermentasi tersebut (Salminen dan Wright 2004).

Bakteri asam laktat (BAL) *Lactobacillus plantarum* adalah bakteri Gram positif dan menjadi salah satu bakteri yang memiliki peranan penting dalam proses fermentasi. *L. plantarum* merupakan bakteri probiotik yang mampu bertahan hidup selama proses pengolahan, penyimpanan serta dalam ekosistem saluran pencernaan, meskipun terdapat berbagai rintangan seperti air liur, asam lambung dan asam

empedu. bakteri probiotik ini juga mampu berkembang biak, tidak beracun serta tidak patogen (Kullen *and* Klaenhamer, 1999).

Bakteri asam laktat merupakan sekelompok bakteri gram positif yang memiliki kemiripan karakteristik morfologi, metabolisme, dan fisiologi. Adapun ciri general dari BAL yaitu tidak membentuk spora, bersifat anaerob, berbentuk bulat (*cocci*) atau batang (*rods*) serta mampu menghasilkan asam laktat sebagai produk akhir terbanyak dari fermentasi karbohidrat). Bakteri ini juga mampu memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap perbaikan flavour, tekstur, dan masa simpan produk fermentasi. Selain itu, BAL kemampuan tumbuh pada berbagai substrat organik diberbagai kondisi seperti kondisi asam, basa, suhu rendah, suhu tinggi, kadar garam tinggi, anaerob, sehingga menjadikan bakteri asam laktat sebagai kompetitor yang tangguh di semua sektor pengolahan pangan sehingga disebut sebagai distribusi yang luas (Daulay, 1991).

Jenis mikroba yang memegang peranan penting dalam proses fermentasi susu digolongkan sebagai bakteri asam laktat atau biasa dikenal dengan singkatan BAL, yaitu beberapa spesies dari *Streptococcus* dan *Lactobacillus*. Asam laktat sendiri merupakan salah satu asam organik yang dapat dihasilkan secara alami oleh tumbuhan maupun hewan. Asam organik merupakan bahan preservasi makanan yang aman digunakan (Lin *et al.* 2002).

Mekanisme bakteri probiotik untuk meningkatkan kesehatan adalah memproduksi senyawa antimikroba seperti asam laktat, bakteriosin, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, renterin serta senyawa yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen dan bersifat

meningkatkan system imun/kekebalan tubuh yang efeknya terhadap kesehatan dan aman dikonsumsi. Unggul dalam kompetisi penyerapan nutrisi dan sisi penempelan pada sel epitel usus dan dapat menstimulasi sistem imunitas dan mampu mengubah aktivitas metabolisme mikroba dalam saluran pencernaan (Hoover, 2000).

Dalam *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology 2<sup>nd</sup> edition*, klasifikasi *Lactobacillus plantarum* yaitu:

Kingdom	: Bacteria
Divisi	: Firmicutes
Kelas	: Bacili
Ordo	: Lactobacillaceae
Genus	: <i>Lactobacillus</i>
Spesies	: <i>Lactobacillus plantarum</i> (Bergeys. 2009)

Svenson (1992), juga mengatakan bahwa *L. plantarum* telah terbukti mampu mempengaruhi kesehatan saluran pencernaan serta sistem kekebalan tubuh dengan fungsi modulasi seperti fagositosis, produksi antibodi, dan sitokin. Sejak ditemukannya berbagai keuntungan terhadap perkembangan mikroflora dalam saluran pencernaan dalam mengkonsumsi produk yang mengandung asam laktat, BAL sering digunakan sebagai kultur starter untuk memfermentasi susu. (Elida, 2002) mengatakan bahwa *L. plantarum* tergolong bakteri asam laktat homofermentatif yang tumbuh pada suhu 15 -37<sup>0</sup>C, dan masih dapat tumbuh pada pH 3.0-4.6, dengan ciri-ciri sel berbentuk batang pendek, warna koloni putih susu sampai abu-abu, serta mempunyai viabilitas tinggi untuk digunakan sebagai starter.

#### **D. Tinjauan Umum Susu Jagung (*Zea mays* .L)**

Jagung (*Zea mays* L.) adalah tanaman rumput -rumputan dan berbiji tunggal (*monokotil*). Tanaman ini berasal dari Meksiko (Amerika Tengah) mulai tersebar ke Asia dan Afrika melalui kegiatan bisnis orang-orang Eropa ke Amerika. Sekitar abad ke-16, jagung disebarluaskan oleh orang Portugal ke Asia termasuk Indonesia. Di Indonesia, jagung merupakan tanaman pangan penting kedua setelah padi dan terdapat hampir di seluruh kepulauan Indonesia (BPK, 2004).

Menurut Koswara (1986) Jagung manis (*Zea mays* L.) dikenal dengan sebutan *sweet corn* yang mempunyai nilai gizi berbeda dengan jagung pada umumnya. Kandungan gulanya dalam bentuk fruktosa sebesar 5-6% sehingga cukup aman bagi penderita diabetes.

Sartina (2008) Menjelaskan bahwa Jagung manis biasanya dikonsumsi pada waktu masih segar dan muda, karena waktu panen yang terlalu tua akan membuat rasa jagung manis berkurang dan kualitasnya akan menurun, memiliki kandungan gula rendah dan biji akan keriput. Untuk memperoleh hasil biji yang lunak dan manis jagung harus dipanen pada fase masak susu sebelum masak tua karena kandungan gula masih tinggi.

Jagung manis memiliki kandungan gizi yang cukup baik yaitu karbohidrat (22,8%), protein (3,5%), lemak (1,0%), serta zat-zat yang diperlukan tubuh, seperti vitamin, dan mineral (Palungkun, 2000), dan juga jagung manis disukai masyarakat untuk dikonsumsi. Jagung manis juga mengandung beta karoten dengan kisaran 0,55-0,63 mg/100 gram (Winarno, 1986). Menurut Russel (2006) beta karoten sendiri

mempunyai sifat fungsional sebagai antioksidan yang melindungi sel dan jaringan dari kerusakan akibat adanya radikal bebas dalam tubuh. Selain itu beta karoten juga berhubungan dengan peningkatan fungsi sistem kekebalan tubuh, melindungi dari kerusakan akibat terkena sinar matahari, dan menghambat pertumbuhan kanker.



**Gambar 2.2** Jagung (*Zea mays*. L)

Adapun klasifikasi jagung ilmiah menurut (Tjitrosoepomo, 1991) sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
 Divisi : Spermatophyta  
 Klas : Monocotyledoneae  
 Ordo : Graminae  
 Familia : Graminaceae  
 Genus : *Zea*  
 Species : *Zea mays* L.

Di dalam biji jagung manis terdapat karbohidrat yang terdiri dari gula pereduksi (glukosa dan fruktosa), sukrosa, polisakarida, dan pati. Kadar gula pada



endosperm jagung manis sebesar 5–6% dan kadar pati 10–11%. Sedangkan pada jagung biasa hanya 2–3% atau setengah dari kadar gula jagung manis. Gula yang banyak disimpan dalam biji jagung manis adalah sukrosa yang dapat mencapai jumlah 11% (Koswara, 1989).

Jagung manis banyak mengandung gula bebas dan pati, yang dimana pati merupakan polimer dari gula, kandungan gula pada jagung manis bukan merupakan glukosa atau sukrosa, namun dalam bentuk fruktosa. Fruktosa merupakan sejenis polimer gula yang dikenal dengan gula buah, termasuk gula kompleks yang tidak langsung dicerna oleh alat pencernaan manusia, tetapi terlebih dahulu diolah menjadi gula sederhana. Sebelum tercerna, fruktosa akan terbuang bersama urin, sehingga tidak sempat terserap.

Jagung manis berumur lebih matang, dan tongkol siap dipanen ketika tanaman berumur 60–70 hari setelah tanam (Tim Trubus, 2002). Lain halnya menurut Iskandar (2006) bahwa jagung manis dapat dipanen ketika berumur 60–75 setelah tanam.

#### **E. Tinjauan Umum Pangan Fungsional**

Menurut consensus pada *The First International Conference on East-West Perspective on Functional Foods* tahun 1996, pangan fungsional adalah pangan yang karena kandungan komponen aktifnya dapat memberikan manfaat bagi kesehatan, di luar manfaat yang diberikan oleh zat-zat gizi yang terkandung didalamnya.



Pangan Fungsional adalah bahan pangan yang mengandung komponen bioaktif yang memberikan efek fisiologis multi fungsi bagi tubuh, antara lain memperkuat daya tahan tubuh, mengatur ritme kondisi fisik, memperlambat penuaan, dan mampu membantu mencegah penyakit. Komponen bioaktif tersebut adalah senyawa yang memiliki fungsi fisiologis tertentu diluar zat gizi dasar serat serta zat non gizi yang mampu memerangi kanker serta menjaga kolestrol dan gula darah agar tetap normal. Substitusi serat banyak digunakan dalam produk sereal yang menjadi menu favorit bagi kaum barat (Wijaya, 2002). Jagung termasuk tanaman serealia mengandung banyak serat pangan yang populer diteliti potensi kandungan unsur pangan fungsionalnya (Suarni, 2009).

Pangan fungsional adalah bahan pangan yang berpengaruh positif terhadap kesehatan seseorang, penampilan jasmani dan rohani, selain dari kandungan gizi dan cita-rasa yang dimilikinya. Fungsi bahan pangan tidak hanya dua, akan tetapi menjadi tiga, yakni nutrisi, citarasa, serta kemampuan fisiologis aktifnya. Kategori dari produk pangan fungsional lain seperti produk yang diperkaya dengan komponen-komponen fitokimiawi gizi, komponen aktif yang dapat bersifat antioksidan terkait pada kemampuannya sebagai antikanker, antipenuaan dan sebagainya, anti-*hiperlipidemia*, *antithrombotik*, antivirus, *antiangiogenic* terkait pada penyakit jantung koroner, *stroke*. Produk-produk ini umumnya kaya akan kelompok seperti *karotenoid*, *likopen*, *terpenoid*, *flavonoid*, dan *fenolik* lain termasuk kelompok katekin dari teh hijau yang sangat tersohor khasiatnya bagi pencegahan penuaan dan risiko kanker (Apriadi 2002; Irawan dan Wijaya 2002; Sloan 2002; Wijaya 2002).

Menurut Badan POM Pangan fungsional adalah pangan yang secara alamiah maupun telah melalui proses, mengandung satu atau lebih senyawa yang berdasarkan kajian-kajian ilmiah dianggap mempunyai fungsi-fungsi fisiologis tertentu yang bagi kesehatan, dikonsumsi layaknya makanan atau minuman, serta mempunyai karakteristik sensori berupa penampakan, warna, tekstur serta cita rasa yang dapat diterima kalangan konsumen (Anonim, 2007).

Departemen Kesehatan dan Kesejahteraan Jepang mengelompokkan 12 komponen senyawa dalam makanan fungsional (nutrisi dan non-nutrisi): dietary fiber, oligosakarida (prebiotik), gula alkohol, glikosida, protein tertentu, vitamin, kolin, lechitin, bakteri asam laktat (probiotik), asam lemak tak jenuh rantai panjang, mineral, fitokimia, dan antioksidan. Komponen tersebut memberikan fungsi fisiologis bagi tubuh sehingga berpengaruh positif terhadap kesehatan. Fungsi fisiologis yang dimaksud antara lain mengantisipasi timbulnya penyakit, meningkatkan daya tahan tubuh, regulasi kondisi ritme fisik tubuh, mengantisipasi proses penuaan, dan menyehatkan kembali (Sloan, 2002).

Menurut (Wahyomo., dkk. 2015) Pangan fungsional menjadi sangat populer setelah hasil-hasil penelitian yang menunjukkan adanya peranan dari senyawa-senyawa kelompok non-gizi dalam bahan pangan yang mempunyai fungsi tertentu untuk kesehatan. Beberapa fungsi fisiologis yang diharapkan adalah sebagai pencegah dari timbulnya penyakit, meningkatkan daya tahan tubuh, regulasi kondisi ritme tubuh, memperlambat proses penuaan dan penyehatan kembali. Pangan fungsional adalah golongan makanan atau minuman yang mengandung bahan-bahan

yang diperkirakan dapat meningkatkan status kesehatan dan mencegah penyakit tertentu.

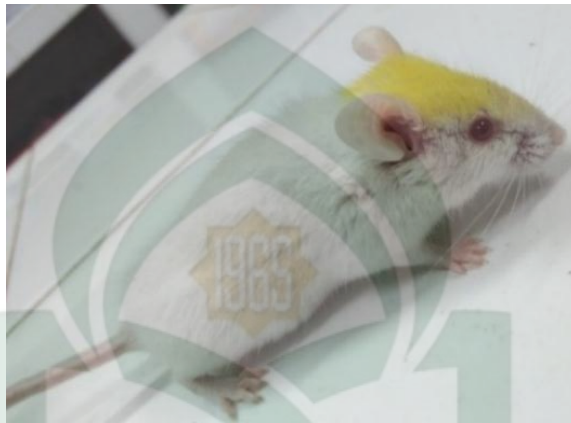
Beberapa persyaratan yang harus dipenuhi adalah: 1). Harus produk pangan, bukan bentuk kapsul, tablet, atau puyer yang berasal dari bahan alami. 2). Dapat serta layak dikonsumsi sebagai diet atau menu sehari-hari. 3). Mempunyai fungsi tertentu saat dicerna, serta dapat memberikan peran dalam proses tubuh tertentu, membantu mengembalikan kondisi tubuh setelah sakit tertentu, menjaga kondisi dan mental, serta memperlambat penuaan. 4). Kandungan fisik dan kimianya jelas serta mutu dan jumlahnya, aman untuk dikonsumsi, dan 5). Kandungannya tidak boleh menurunkan nilai gizinya

#### ***F. Tinjauan umum tentang mencit (*Mus musculus*)***

Mencit termasuk kedalam golongan hewan *omnivore* sehingga mencit dapat memakan semua jenis makanan. Mencit juga termasuk hewan *nokturna*, yaitu beraktifitas seperti makan dan minum lebih banyak terjadi pada sore dan malam hari. Kualitas makanan merupakan salah satu factor lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap penampilan mencit, sehingga status makanan yang diberikan dalam percobaan biomedis mempunyai pengaruh nyata terhadap hasil percobaan/ (Andri, 2007).

Mencit (*Mus musculus*) hidup dalam daerah yang cukup luas penyebarannya, mulai iklim dingin, sedang, maupun panas dan dapat hidup terus menerus dalam kandang atau secara bebas sebagai hewan liar. Hewan percobaan adalah hewan yang

digunakan dalam penelitian biologis maupun biomedis dan dipelihara secara intensif di laboratorium. Salah satu hewan laboratorium yang sering digunakan adalah mencit (*Mus musculus*). Mencit laboratorium digunakan untuk penelitian dalam bidang obat-obatan, genetic, diabetes mellitus, dan obesitas (Andri, 2007).



**Gambar 2.3** Mencit ICR Jantan (*Mus musculus*)

Adapun klasifikasi mencit (*Mus musculus*) Menurut (Akbar, 2010) sebagai

berikut:

Kingdom	: Animalia
Devisi	: Chordata
Kelas	: Mammalia
Ordo	: Rodentia
Famili	: Muridae
Genus	: <i>Mus</i>
Spesies	: <i>Mus musculus</i>

Menurut falconer (1981), mencit sebagai hewan percobaan sangat praktis untuk penelitian kuantitatif, karena sifatnya yang mudah berkembangbiak, selain itu mencit juga dapat digunakan sebagai hewan model untuk mempelajari seleksi terhadap sifat-sifat kuantitatif. (Andri, 2007).

Mencit laboratorium mempunyai berat badan yang hampir sama dengan mencit liar. Saat ini terdapat berbagai warna bulu, galur, dan berat badan yang berbeda-beda setelah ditenakkan secara selektif selama 80 tahun yang lalu (smith dan Mangkowidjojo, 1988).

Menurut (Muliani, 2011). *Mus musculus* lebih aktif pada senja atau malam hari, hewan ini tidak menyukai terang. Hidup di tempat tersembunyi dan dekat dari sumber makanan dan membangun sarangnya dari bermacam-macam material lunak. *Mus musculus* adalah hewan terrestrial dan satu jantan yang dominan. Hewan ini biasanya hidup dengan beberapa betina dan *Mus musculus* muda. Jika dua atau lebih *Mus musculus* jantan dalam satu kandang mereka akan menjadi agresif jika tidak dibesarkan bersama sejak lahir. Namun jika dibandingkan dengan mencit jantan, mencit betina lebih agresif terhadap mencit lain yang berada dalam satu kandang dengannya.

### G. Hipotesis

Adapun hipotesis dari penelitian ini yaitu susu jagung fermentasi dengan *Lactobacillus plantarum* berpotensi sebagai antidiabetik.

### H. Kerangka Pikir

#### Input

- Diabetes merupakan penyakit kronis yang ditandai dengan hiperglikemia yang disebabkan oleh resistensi insulin dan atau penurunan sekresi insulin akibat adanya kegagalan sel beta pankreas
- Penanganan diabetes dikalangan masyarakat kebanyakan menggunakan obat-obatan kimia
- BAL yang berpotensi sebagai Probiotik diketahui mampu menurunkan diabetes

#### Proses

- Pembuatan susu jagung Fermentasi dengan *Lactobacillus plantarum*
- Adaptasi Hewan uji
- Penginduksian diabetes dengan menggunakan aloksan
- Pemberian suplemen probiotik dengan menggunakan susu jagung fermentasi *Lactobacillus plantarum*
- Pengukuran Kadar Glukosa darah mencit pada hari ke-0, 7 dan 14.

#### Output

- Susu jagung Fermentasi dengan *L. plantarum* berpotensi sebagai anti diabetik.

### **BAB III**

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### ***A. Jenis dan Lokasi Penelitian***

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang dilaksanakan pada bulan Agustus-Oktober 2018 di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar dan Laboratorium Biofarmasi Universitas Hasanuddin.

### ***B. Pendekatan penelitian***

Jenis pendekatan penelitian ini adalah eksperimental dengan menerapkan prinsip-prinsip pengontrolan terhadap hal-hal yang mempengaruhi jalanya eksperimen.

### ***C. Variabel Penelitian***

Penelitian ini memiliki dua macam variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Susu jagung fermentasi dengan *L. plantarum* sebagai variabel bebas dan kadar glukosa darah sebagai variabel terikat.



#### **D. Definisi Operasional Variabel**

Adapun definisi operasional variabel adalah sebagai berikut:

- Susu jagung fermentasi dengan *L. plantarum* merupakan susu yang mengandung bakteri probiotik yang diisolasi dari dangke, makanan tradisional kabupaten Enrekang, yang memiliki efek menguntungkan di dalam saluran pencernaan.
- Kadar glukosa darah adalah istilah yang mengacu kepada tingkat glukosa didalam darah. Konsentrasi gula darah, atau tingkat glukosa darah diatur dengan ketat didalam tubuh yang dialirkan sebagai sumber energi sel-sel tubuh.

#### **E. Metode Pengumpulan Data**

Data yang diperoleh ditampilkan dalam bentuk nilai rerata  $\pm$  standar deviasi (Mean  $\pm$  SD). Untuk data kadar glukosa darah dianalisis menggunakan uji sidik ragam (ANOVA) menggunakan prosedur One Way ANOVA pada program SPSS 24. Tingkat perbedaan nilai tengah antar perlakuan diuji menggunakan uji selang berganda Duncan dengan  $P < 0.05$ .

#### **F. Instrumen Penelitian (Alat dan Bahan)**

##### **1. Bahan**

Bahan yang utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah jagung (*Zea mays* L.), plastic wrap, aluminium foil, kapas, label, spiritus, alat tulis, isolat bakteri *L. plantarum*, glukosa, tissue.

Bahan dalam uji *in vivo* terdiri dari Mencit (*Mus musculus*) ICR jantan dengan bobot badan rata-rata 18-33 gram dan usia 2-3 bulan yang diperoleh dari Laboratorium Biofarmasi Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin, air minum mencit, sekam, aloksan (*alloxan monohydrate*), pakan standar AD-I, *Aquadest*, Kapas, alcohol 70%, strip gula darah Multi Check 1, Na-cmc (*Natrium Carboxy Methyl Cellulos*), acarbose, MRS Agar, MRS Broth.

## 2. Alat

Alat yang digunakan pada proses pembuatan susu jagung yaitu blender, gelas kimia, batang pengaduk, gelas ukur, pisau, saringan, autoclave, mikropipet, tip, pembakar bunsen, korek api, botol vial, tabung reaksi, jarum ose.

Alat yang digunakan untuk *in vivo* antara lain, timbangan, vortex, mikropipet, toples, jarum sonde (*force feeding needle*), kandang mencit, botol minum mencit (*nipel*), timbangan, sarung tangan,

## G. Prosedur Kerja.

### 1. Pembuatan kultur kerja

*Lactobacillus. plantarum* diambil dari kultur murni yang diisolasi dari limbah dangke dan berpotensi sebagai bakteri probiotik (Nur, 2015). Kultur murni kemudian diperbanyak dengan menginokulasi satu ose kultur bakteri murni kedalam media MRS Agar, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C Selama 2 x 24 jam. Selanjutnya bakteri siap digunakan dalam pembuatan starter.

## 2. Pembuatan Starter

Dalam pembuatan Starter digunakan sebanyak 5 mL MRS *Broth* yang telah disterilkan. Selanjutnya satu ose kultur kerja di inokulasi kedalam media MRS *Broth* kemudian diinkubasi dengan suhu 37°C Selama 2 x 24 jam sehingga diperoleh kultur cair. Sebanyak 1% atau 0,1 mL kultur cair diinokulasi kedalam larutan susu skim 10% yang telah disterilkan, kemudian diinkubasi dengan suhu 37°C Selama 2 x 24 jam sehingga diperoleh starter induk. Selanjutnya 1% starter induk di inokulasi pada larutan susu skim 10% atau setara dengan 1 gr dan larutan glukosa 3% atau setara dengan 0,3 gr, kemudian disimpan pada suhu 37°C Selama 1 x 24 jam, sehingga diperoleh starter siap pakai.

## 3. Pembuatan Susu Jagung Fermentasi

Jagung manis yang masih muda dan segar yang telah dibersihkan dari kulit dan rambutnya kemudian dicuci bersih, lalu dilakukan pemipilan biji jagung manis. Selanjutnya biji jagung ditimbang sebanyak 50 gram kemudian dihaluskan dengan menggunakan blender dan ditambahkan air panas sebanyak 250 ml dengan suhu 70°C – 80°C. Biji jagung yang telah halus kemudian disaring untuk memisahkan sari jagungmanis dengan ampasnya. Selanjutnya pengendapan filtrat yang dilakukan selama 1 jam pada suhu kamar akan memperoleh susu jagung manis, susu jagung manis kemudian distrelikan untuk selanjutnya dilakukan inokulasi starter *L. plantarum* dengan level konsentrasi berbeda. Setiap 2 mL susu jagung diinokulasi starter *L. plantarum* masing-masing 2% (0,04 µl) 4% (0,08 µl), 6% (0,12 µl) dan 8%

(0,16  $\mu$ l) kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 1 x 24 jam (Modifikasi Novita, 2011)

#### **4. Pengadaptasian Mencit (*Mus musculus*)**

Adaptasi mencit sangat perlu dilakukan sebelum memberi perlakuan terhadap hewan uji dengan tujuan agar hewan uji tidak saling menyerang dan mampu beradaptasi satu sama lain. Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah mencit ICR jantan usia 2-3 bulan dengan berat badan rata-rata 18-33 gram yang diperoleh dari Laboratorium Biofarmasi Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin. Dalam penelitian ini juga, mencit yang digunakan adalah mencit yang sehat dengan ciri-ciri mata bersinar dan bertingkah laku normal artinya tidak memperlihatkan tanda-tanda mengalami kelainan seperti kejang-kejang atau lemas.

Mencit yang diadaptasi kemudian ditempatkan di dalam kandang plastik berukuran 25 cm x 13 cm dengan penutup yang terbuat dari kawat atau rang. Satu buah kandang terdiri atas 3 ekor mencit. Pada tahap ini semua mencit diberi pakan standar AD-II. Kemudian mencit dipuaskan selama 8 jam sebelum dilakukan perlakuan, dengan cara mengeluarkan sekam dan makanannya namun mencit tetap diberi air.

#### **5. Penginduksian Aloksan**

Adapun Penginduksian diabetes pada hewan uji dilakukan dengan menggunakan aloksan secara intraperitoneal dengan volume pemberian 0,1 ml seperti dijelaskan oleh Kusumaningtyas., dkk. (2014).

Aloksan merupakan senyawa analog glukosa yang bersifat toksik dimana pengubahannya menjadi ion radikal hidroksi yang dapat mengakibatkan kematian sel beta ( $\beta$ ) pankreas yang kemudian menghambat sekresi insulin pada tubuh. Aloksan dipilih sebagai diabetogen karena aloksan didalam tubuh mengalami metabolisme oksidasi reduksi yang mampu menghasilkan radikal bebas dan radikal aloksan. Radikal ini mengakibatkan kerusakan pankreas (Szkudelski, 2001).

Hewan uji yang mengalami hiperglikemia kemudian di ukur kadar glukosa darahnya untuk menentukan kadar glukosa awal sebelum perlakuan.

#### **6. Pemberian Susu jagung Fermentasi *L. plantarum***

Hewan uji yang telah mengalami hiperglikemia kemudian di berikan suspensi susu jagung fermentasi *L. plantarum* dengan menggunakan sonde lambung masing-masing dengan konsentrasi berbeda antara 2% - 4%, 6% dan 8% sebanyak 0,2 mL/ekor mencit.

#### **7. Pengukuran Kadar Glukosa Darah**

Pengukuran kadar glukosa darah pada hewan uji yang mengalami hiperglikemia dilakukan sebelum perlakuan sebagai penentuan kadar glukosa darah hari ke-0. Setelah pemberian perlakuan kadar glukosa darah kembali di ukur pada hari ke-7 dan hari ke-14.(Erwin dkk., 2012).

Pengukuran kadar glukosa darah pada hewan uji menggunakan glukometer, yang teknologi utamanya terletak pada strip uji. Strip uji mengandung enzim, koenzim, mediator, dan indicator dalam sebuah lapisan kering yang mengkonversi kadar glukosa dalam sebuah sinyal yang dapat terbaca oleh meter. Enzim yang

digunakan ialah oksidoreduktase, dan mengoksidasi glukosa menjadi glukonolakton. Electron yang dihasilkan kemudian ditransfer ke molekul mediator teroksidasi, sehingga mengkonversi bentuk teroksidasi menjadi bentuk tereduksi. Mediator tereduksi kemudian mengirimkan electron keelektroda untuk pengukuran elektrokimia atau suatu molekul indicator yang dapat membentuk warna. Skema mekanisme yang terjadi pada strip uji terdapat pada gambar (Hones, Muller, dan Surridge, 2008).

Pengambilan sampel darah melalui vena lateralis ekor mencit terlebih dahulu ekor mencit disetorkan dengan menggunakan kapas beralkohol 70%. Pengambilan dilakukan dengan menggunting ujung ekor mencit menggunakan gunting bedah, selanjutnya dilakukan pemijatan perlahan terhadap ekor agar darah keluar. Strip uji dimasukkan ke dalam glucometer kemudian ditunggu hingga pada layar glucometer menampilkan gambar tetesan darah. Selanjutnya darah kemudian ditetaskan ke strip uji sesuai dengan arah strip, dan dalam beberapa detik layar pada glucometer akan menunjukkan kadar glukosa darah hewan uji yang terukur dalam satuan mg/dL. Ujung ekor mencit yang telah dilukai kemudian diberi alkohol 70% untuk mencegah infeksi.

## 8. Desain Eksperimen

Perlakuan Pembagian kelompok hewan uji pada penelitian adalah:

- P.1 : Mencit diabetes (diinduksi Aloksan) dan diberikan intervensi acarbose 0,1mL/ 10gr BB (kontrol positif);

- P.2 : Mencit diabetes (diinduksi Aloksan) dan diberikan intervensi susu jagung tanpa *L. Plantarum* sebanyak 0,2 mL/ekor (kontrolnegatif);
- P.3 : Mencit diabetes (diinduksi Aloksan) dan diberikan intervensi susu jagung fermentasi *L. Plantarum* 2 %, sebanyak 0,2mL/ekor
- P.4 : Mencit diabetes (diinduksi Aloksan) dan diberikan intervensi susu jagung fermentasi *L. Plantarum* 4% , sebanyak 0,2 mL/ekor.
- P.5 : Mencit diabetes (diinduksi Aloksan) dan diberikan intervensi susu jagung fermentasi *L. Plantarum* 6% , sebanyak 0,2 mL/ekor.
- P.6 : Mencit diabetes (diinduksi Aloksan) dan diberikan intervensi susu jagung fermentasi *L. plantarum* konsentrasi 8%, sebanyak 0,2 mL/ekor (Modifikasi Syafiqoh *et al*, 2016. dan Purnama., dkk, 2017).

#### **H. Analisis Data**

Untuk data kadar glukosadarah dianalisis menggunakan uji sidik ragam (ANOVA) menggunakan prosedur One WayANOVA pada program SPSS 24. Tingkat perbedaan nilai tengah antar perlakuan diuji menggunakan uji selang berganda Duncan dengan  $P < 0.05$



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

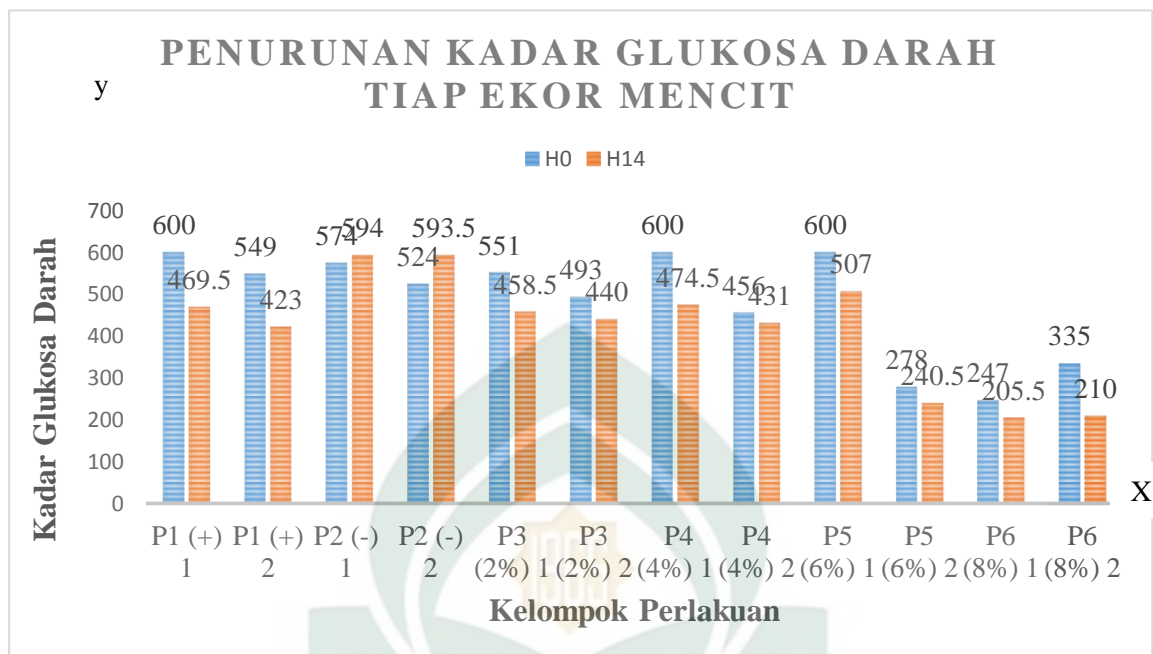
Efek antihiperglikemia susu jagung fermentasi dengan *L. plantarum* yang di induksi pada mencit (*Mus musculus*) ICR Jantan selama 14 hari pemberian susu jagung Fermentasi *L. plantarum* sesuai data pada lampiran 1. (Halaman 61) dengan Dua kali ulangan ditampilkan pada:

**Tabel 4.1** Hasil Pengukuran Kadar Glukosa darah semua kelompok perlakuan (mg/dL).

NO	KELOMPOK PERLAKUAN	Kadar glukosa darah (mg/dL)			
		H-	Hari ke-0	Hari ke-7	Hari ke-14
1	P1 (+) 1	143	600	600	469.5
2	P1 (+) 2	80	549	600	423
3	P2 (-) 1	61	574	551	594
4	P2 (-) 2	68	524	555.5	593.5
5	P3 (2%)	112	551	575	458.5
6	P3 (2%)	104	493	534.5	440
7	P4 (4%)	83	600	588	474.5
8	P4 (4%)	149	456	444	431
9	P5 (6%)	66	600	600	507
10	P5 (6%)	68	278	274	240.5
11	P6 (8%)	80	247	474	205.5
12	P6 (8%)	66	335	342.5	210

Keterangan :

- P1 (Kontrol +) : Mencit diabetes yang di intervensi Acarbose 0,1 mL/ 10 gramBB  
P2 (Kontrol -) :Mencit diabetes yang di intervensi Susu jagung tanpa *L.plantarum*  
P3 (2%) : Mencit diabetes yang di intervensi Susu jagung Fermentasi 2%  
P4 (4%) : Mencit diabetes yang di intervensi Susu jagung Fermentasi 4%  
P5 (6%) : Mencit diabetes yang di intervensi Susu jagung Fermentasi 6%  
P6 (8%) : Mencit diabetes yang di intervensi Susu jagung Fermentasi 8%



**Gambar 4.1** Grafik penurunan kadar glukosa darah tiap ekor mencit selama 14 hari pemberian susu jagung fermentasi dengan *L.plantarum*

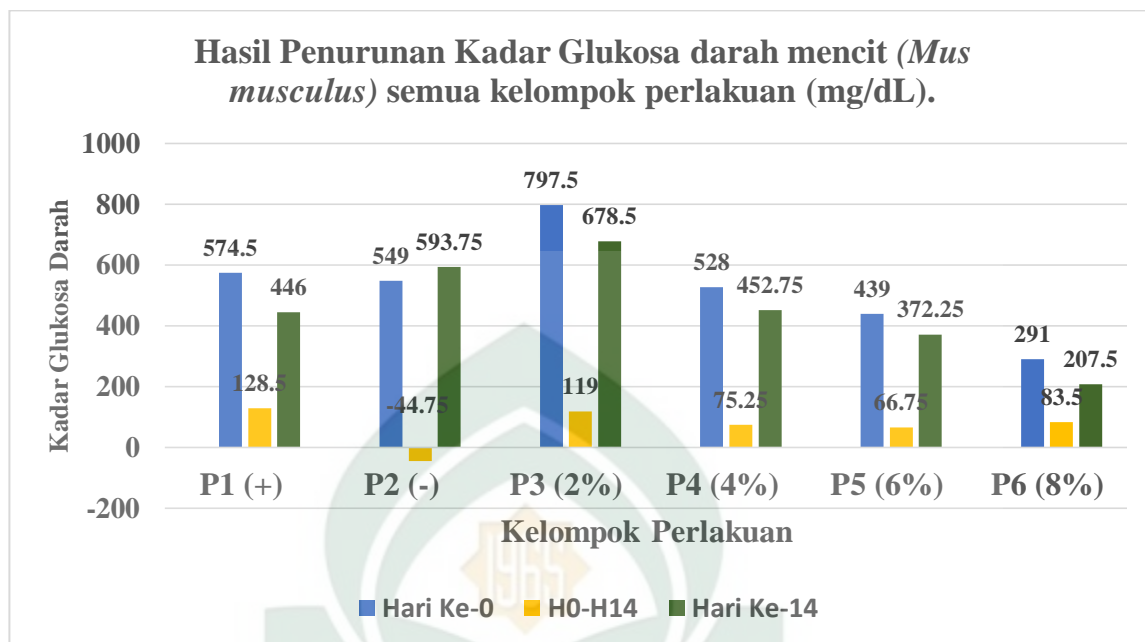
Keterangan:

H0 = Hari Setelah Mengalami hiperglikemia

H14 = Hari ke 14

**Tabel 4.1** Hasil Penurunan Kadar Glukosa darah mencit (*Mus musculus*) semua kelompok perlakuan (mg/dL).

NO	KELOMPOK PERLAKUAN	Penurunan Kadar glukosa darah (mg/dL)		
		Hari ke-0	Hari ke-14	H0-H14
1	P1 (+)	574.5	446	128.5
2	P2 (-)	549	593.75	-44.75
3	P3 (2%)	797.5	678.5	119
4	P4 (4%)	528	452.75	75.25
5	P5 (6%)	439	372.25	66.75
6	P6 (8%)	291	207.5	83.5



**Gambar 4.2** Grafik penurunan kadar glukosa darah mencit selama 14 hari pemberian susu jagung fermentasi dengan *L.plantarum*

Keterangan:

H0 = Hari Setelah Mengalami hiperglikemia

H0-H14 = Hari Hiperglikemia-Hari ke-14

H14 = Hari ke 14

Berdasarkan hasil uji statistik yang dilakukan, maka diperoleh hasil yaitu tidak berbeda nyata pada perlakuan terhadap kadar glukosa darah mencit dengan 14 hari pemberian susu jagung fermentasi *L. plantarum* dengan tiga kali ulangan. Hasil uji ANOVA menunjukkan nilai  $p = 0.90 > p = 0.05$ .

**Tabel 4.3** Hasil Uji Statistik *Analysist Of Varian* (ANOVA)

ANOVA					
KADAR GLUKOSA DARAH					
	Jumlah Kuadrat	Df	Nilai Tengah KuadratMean Square	F	Sig.
Antara Kelompok	33054.417	5	6610.883	3.280	.090
Antara Kelompok	12091.750	6	2015.292		
Total	45146.167	11			

**B. Pembahasan**

Penelitian ini menggunakan ekstrak susu jagung yang difermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum*, dengan menggunakan mencit (*Mus musculus*) sebagai hewan uji karena mudah didapat, mudah dalam penanganannya, susunan anatomi dan fisiologi tubuhnya mendekati manusia, serta mempunyai kemampuan yang baik untuk menyesuaikan diri dengan kondisi berbagai jenis penelitian (Smith, 1988).

Pengukuran kadar glukosa darah dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemberian susu jagung fermentasi *L. plantarum* yang dilakukan selama 14 hari hari. Percobaan dilakukan dengan menginduksi aloksan pada hewan uji. Pemilihan aloksan sebagai agen penginduksi diabetes dikarenakan kemampuannya untuk membuat hewan uji memiliki kondisi yang sama dengan pasien yang mengalami penyakit diabetes. Setelah tercapai kondisi hiperglikemia, hewan uji kemudian diberi

asupan susu jagung fermentasi *L.plantarum* sesuai dengan kelompok perlakuan selama 14 hari perlakuan.

Aloksan merupakan bahan kimia yang digunakan untuk menginduksi diabetes pada binatang percobaan. Cara cepat untuk menghasilkan kondisi diabetik eksperimental (hiperglikemik) pada binatang percobaan yaitu dengan menggunakan aloksan yang dapat diberikan secara intravena, intraperitoneal, atau subkutan (Yusrika, 2009).

Setelah hari ketiga pemberian aloksan maka diperoleh kenaikan kadar glukosa darah pada semua kelompok percobaan ditentukan hari ke-0. Hal tersebut diatas sesuai dengan penelitian Ghasemi *et al*, (2014) yang menyatakan bahwa kadar glukosa darah meningkat setelah tiga hari penginduksian. Setelah hari keempat penginduksian aloksan maka dilakukan pengecekan efek hiperglikemia yang terjadi pada hewan uji, karena hewan uji akan mengalami hiperglikemia normal kembali sebelum mengalami hiperglikemia permanen. Hal ini dikarenakan fluktuasi kadar glukosa darah selama 24-36 jam, hewan uji dapat mengalami hipoglikemia dan hiperglikemia secara bergantian. Selanjutnya pengukuran kadar glukosa didarah lakukan pada hari ke-7 dan ke-14 untuk melihat pengaruh konsumsi susu jagung fermentasi *L.plantarum*.

Hasil pengukuran kadar glukosa darah hewan uji sangat bervariasi, dengan kisaran kadar glukosa darah antara 202 – 600 mg/dL. Hal ini dikarenakan daya tahan tubuh masing-masing hewan uji berbeda terhadap aloksan yang menyebabkan kondisi diabetes yang variatif. Variasi data yang cukup beragam ini juga terlihat dari

simpangan masing-masing kelompok yang jauh lebih besar dibandingkan standar deviasi keadaan glukosa darah awal. Hasil pengukuran kadar glukosa darah hewan uji setelah pemberian perlakuan susu jagung fermentasi selama 14 hari dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan gambar 4.1.

Kelompok perlakuan P1 yang diintervensi acarbose sebagai kontrol positif mengalami penurunan kadar glukosa darah yaitu sebesar 128.5, dimana penggunaan acarbose bertujuan sebagai kontrol pembanding dan sebagai inhibitor *alfa-glukosidase* secara komersial. Acarbose merupakan suatu penghambat enzim *alfa-glukosidase* yang terdapat pada dinding usus halus. Inhibisi sistem enzim ini secara efektif dapat mengurangi pencernaan karbohidrat kompleks dan absorpsinya, sehingga pada penderita diabetes dapat mengurangi peningkatan kadar glukosa post prandial. Acarbose juga menghambat enzim  *$\alpha$ -amilase* pankreas yang berfungsi melakukan hidrolisa polisakarida di dalam lumen usus halus. Obat ini hanya mempengaruhi kadar glukosa darah pada waktu makan dan tidak mempengaruhi kadar glukosa darah setelah itu (Soegondo, dkk., 2005).

Acarbose bekerja dengan cara memperlambat pemecahan gula dalam karbohidrat di makanan menjadi glukosa, sehingga level gula darah tidak naik dengan cepat sehabis makan. Acarbose merupakan penghambat enzim  *$\alpha$ -glukosidase* yang bekerja menghambat penyerapan karbohidrat dengan menghambat enzim disakarida di usus. Obat ini terutama menurunkan glukosa darah setelah makan.

Acarbose tidak larut dalam air sehingga disuspensikan dengan zat pensuspensi Na CMC 10%. Dosis acarbose yang digunakan adalah 0,1 mL/ 10 grmBB. Dosis tersebut digunakan berdasarkan dosis efektif oral pada manusia yaitu 5 mg/hari yang kemudian dikonversi ke dosis mencit. Alasan pemilihan Na CMC dikarenakan sistem pencernaan mencit tidak memiliki enzim selulase. Maka penggunaan Na CMC tidak akan berpengaruh pada kadar glukosa darah.

Kadar glukosa darah pada kelompok perlakuan P2 kontrol Negatif yaitu perlakuan dengan intervensi susu jagung tanpa *L. plantarum* tidak mengalami penurunan di hari ke 14, dimana pemberian pada kelompok perlakuan ini bertujuan sebagai Kontrol negatif dan tidak berpengaruh terhadap kadar glukosa mencit. Hal tersebut dikarenakan pada susu jagung tidak terdapat adanya bakteri asam laktat (BAL) yang mampu melakukan proses fermentasi. Menurut Fardiaz (1992) fermentasi proses pemecahan karbohidrat dan asam amino secara anerobik, yaitu tanpa memerlukan oksigen. Senyawa yang dapat dipecah dalam proses fermentasi yaitu karbohidrat yang terdapat pada susu jagung.

Lain halnya pada kelompok perlakuan P3 yang diintervensi susu jagung fermentasi *L. plantarum* 2% mengalami penurunan sebesar 119, dimana pemberian pada kelompok perlakuan ini bertujuan untuk melihat pengaruh terhadap kadar glukosa darah mencit. Hal ini disebabkan oleh jenis *L. plantarum* mampu menghambat enzim *alfa-glukosidase*. Syafiqah (2014) mengungkapkan bahwa Penurunan kadar glukosa darah pada pemberian liofilisasi *L. plantarum* SK(5) disebabkan karena adanya aktivitas antioksidan. Penurunan kadar glukosa darah juga



diduga disebabkan *L. plantarum* SK(5) mampu menghambat enzim alfa-glukosidase. Hal tersebut juga didukung oleh Zhang and Zhang (2013) bahwa BAL mampu mengurangi stres oksidatif pankreas yang dapat menyebabkan peradangan kronis dan apoptosis sel beta pankreas sehingga mampu mengurangi efek diabetes.

Pada perlakuan P4 yaitu pemberian susu jagung fermentasi *L. plantarum* 4% yaitu didapatkan hasil penurunan kadar glukosa darah sebesar 75,25. Efek pemberian susu jagung fermentasi *L. plantarum* ini juga mempengaruhi kadar glukosa darah pada mencit. Hal ini disebabkan oleh jenis *L. plantarum* mampu mempengaruhi kesehatan saluran pencernaan serta sistem kekebalan tubuh dengan fungsi modulasi seperti fagositosis, produksi antibodi, dan sitokin Svenson (1992). Pemberian BAL adalah sebuah potensi baru dan intervensi gaya hidup untuk mengendalikan hiperglikemia di masa depan sebagai tambahan untuk pengendalian diabetes. Bukti definitif Pada penelitian Panwar *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa strain tertentu dari *Lactobacillus* berpotensi menghambat secara signifikan terhadap berbagai alfa-glukosidase.

Berbeda dengan kelompok perlakuan sebelumnya yaitu P3 dan P4, kelompok perlakuan P5 yang diintervensi susu jagung fermentasi *L. plantarum* 6% mengalami penurunan sedikit lebih rendah yaitu sebesar 66,75 meskipun konsentrasi starter *L. plantarum* yang digunakan lebih banyak. Penurunan kadar glukosa yang tidak signifikan pada tiap konsentrasi perlakuan diduga karena adanya karbohidrat terlarut pada susu jagung, seperti penelitian yang dilakukan oleh (Bertha, 2006) yang menyatakan bahwa faktor penambahan air berpengaruh nyata ( $\alpha = 0,05$ ) terhadap

kadar karbohidrat susu jagung. Interaksi antar faktor juga berpengaruh nyata ( $\alpha=0,05$ ) terhadap kadar karbohidrat susu jagung. Hal ini dikarenakan karbohidrat (*by difference*) susu jagung dipengaruhi oleh kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, dan kadar serat. Dengan demikian, semakin rendah kadar air dalam setiap kombinasi perlakuan maka kadar karbohidrat akan semakin besar.

Seperti yang dijelaskan (WHO, 1999) bahwa karbohidrat berupa makanan yang mengandung pati ketika dikonsumsi akan diubah menjadi glukosa pada saluran pencernaan, dengan bantuan insulin. Dimana Glukosa kemudian akan dibawa masuk oleh darah keseluruh tubuh dan diteruskan kedalam sel untuk dimanfaatkan sebagai energi. Pada penderita diabetes gula tidak dapat masuk ke dalam sel, dikarenakan jumlah insulin yang diproduksi oleh kelenjar pankreas sangat rendah atau aktivitas reseptor insulin pada penderita diabetes menurun dan sel tidak mampu memberikan respon yang baik terhadap insulin, sehingga hal tersebut mampu meningkatkan kadar glukosa dalam darah.

Lama penyimpanan juga mempengaruhi penurunan kadar glukosa darah yang tidak signifikan. Hal ini sesuai dengan penelitian (Juwana *et al.* 2013) bahwa Viabilitas ketiga BAL yang digunakan pada minuman probiotik susu jagung manis cukup stabil hingga penyimpanan dingin  $\pm 4^{\circ}\text{C}$  selama 40 hari mampu mempertahankan kualitas minuman probiotik yang diperoleh tetap baik seperti *L. plantarum* EM1 *L. pentosus* EM1 dan *L. bulgaricus*.

Penurunan kadar glukosa darah pada kelompok perlakuan P6 yang diintervensi susu jagung fermentasi *L. plantarum* 8% yaitu sebesar 83,5. Efek pemberian susu

jagung fermentasi *L. plantarum* ini juga mempengaruhi kadar glukosa darah pada mencit, sama halnya dengan kelompok perlakuan P3 dan P4. Hal ini disebabkan oleh jenis *L. plantarum* mampu menghambat enzim *alfa-glukosidase*. Enzim *alfa-glukosidase* atau dengan nama lain *alfa-D-glukosida glukohidrolase* merupakan enzim yang berperan dalam sel usus halus mamalia. Enzim tersebut merupakan enzim kunci pada proses akhir pemecahan karbohidrat. Enzim *alfa-glukosidase* mengkatalisis hidrolisis terminal residu glukosa non pereduksi yang berikatan alfa-1,4 pada berbagai substrat dan dihasilkan *alfa-Dglukosa*. *Alfa-glukosidase* menghidrolisis ikatan *alfa-glikosidik* pada oligosakarida dan *alfa-D-glikosida* (Gao *et al.* 2007). Fungsi *alfa-glukosidase* dalam sistem pencernaan di usus ialah sebagai katalis tahap terakhir dalam proses pemecahan karbohidrat. Kerja enzim *alfaglukosidase* dalam proses penyerapan makanan di usus pada kondisi diabetes harus dihambat. Pemecahan karbohidrat menjadi glukosa mengakibatkan kadar glukosa dalam darah penderita diabetes akan semakin tinggi sehingga kerja enzim ini dalam usus harus dihambat, baik dengan menggunakan obat alami maupun obat komersil. Dihambatnya kerja enzim *alfa-glukosidase* dapat mengembalikan kadar glukosa dalam darah pada batas normal

Beberapa studi telah menunjukkan bahwa BAL memiliki aktivitas yang mampu penghambatan *alfa-glukosidase* (Ramchandran dan Shah 2008). Penelitian yang dilakukan oleh (Syafiqah, 2014) juga membuktikan bahwa Ekstrak kasar media kultur *L. plantarum* SK(5) memiliki aktivitas antioksidan (*moderately good*) dan diduga memiliki aktivitas inhibisi *alfaglukosidase*. Kadar glukosa darah tikus

diabetes mengalami penurunan setelah perlakuan 14 hari dan tidak berbeda antar perlakuan. (Devi, 2009) juga melaporkan bahwa terdapat penurunan nilai glukosa yang relatif sama setelah pengukuran pada hari ke-14 pada semua kelompok yang diberikan susu fermentasi, kecuali pada kelompok kontrol negatif dan kelompok normal. Kadar glukosa semakin turun setelah tikus uji mengonsumsi susu fermentasi selama 29 hari. Hasil tersebut sesuai dengan teori yang diungkapkan Wheeler (1955) bahwa *L. plantarum* mampu menfermentasi sukrosa pada substrat. Chen *et al.* (2014) juga menyebutkan bahwa kemampuan bakteri asam laktat dalam menghambat enzim alfa-glukosidase berkontribusi dalam penurunan kadar glukosa darah dan dapat menjadi antidiabetes yang potensial.

Secara keseluruhan dari hasil pengukuran kadar glukosa darah mencit ICR jantan pada tiap perlakuan yang diintervensi susu jagung fermentasi *L. plantarum* selama 14 hari menunjukkan kadar glukosa darah rata-rata lebih rendah dibanding dengan kelompok P1 kontrol (+) yang diintervensi acarbose yang diketahui mampu mengurangi hiperglikemia setelah makan melalui penghambatan kerja enzim pencernaan karbohidrat dan menunda absorpsi glukosa (Panwar *et al.* 2014). Penurunan kadar glukosa darah yang tidak signifikan pada semua kelompok perlakuan juga dipengaruhi oleh adanya glukosa yang dibebangkan.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini yaitu:

Berdasarkan uji ANOVA, perlakuan intervensi susu jagung fermentasi dengan *Lactobacillus plantarum* menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada taraf  $p < 0.05$ . Meskipun hasil uji statistik pada penelitian ini tidak berbeda secara nyata namun pemberian intervensi susu jagung fermentasi dengan *Lactobacillus plantarum* yang diisolasi dari Dangke berpotensi menurunkan kadar glukosa darah mencit (*Mus musculus*) ICR jantan, namun tidak dengan susu jagung pada konsentrat yang digunakan.

#### **B. Saran**

Adapun saran dari penelitian ini yaitu perlunya dilakukan penelitian lanjutan berupa uji pemberian ekstrak yang digunakan sehingga tidak adanya faktor lain yang mempengaruhi kadar glukosa darah meningkat.

## KEPUSTAKAAN

- Afifah b. Sutjiatmo,. “Efek antidiabetes herba ciplukan (*physalis angulata* linn.) Pada mencit diabetes dengan induksi aloksan”. *Jurnal farmasi Indonesia*. vol. 5 no. 4 (2011) h: 166 -171.
- Akbar, budi. *Tumbuhan dengan kandungan senyawa aktif yang berpotensi sebagai bahan antifertilisasi*, adabia press UIN: Jakarta, 2010.
- Almeida, k.e., tamime, a.y. Dan oliveira, m.n. “Acidification rates of probiotic bacteria in mimas frescal cheese whey”. *Lwt-food science and technology* 41(2008) p: 311-316
- Andri, W.Y. Produksi Mencit Putih (*Mus musculus*) dengan Subtitusi Bwang Putih (*Allium sativum*) dalam Ramsum, Skripsi. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. 2007.P:3-4 .
- Anonim 1, 2003, *national diabetes fact sheet united states*. Centers for disease control and prevention. [Http://www.cdc.gov/ diabetes](http://www.cdc.gov/diabetes). [diakses tanggal: 25 november 2017]
- Chavez, b. E. And r. R. Henry, 2005, *type 2 diabetes: insulin resistance, beta cell dysfunction, and other metabolic and hormonal abnormalities*. Elsevier, inc. [Http://www.elsevier.com](http://www.elsevier.com). [diakses tanggal: 13 november 2017].
- Chen P, Zhang Q, Dang H, Liu X, Tian F, Zhao J, Chen Y, Zhang H, Chen W. 2014. Screening for potential new probiotic based on probiotic properties and  $\alpha$ -glucosidase inhibitory activity. *Food Control*. 35:65-72.
- Daulay d. *Fermentasi pangan*. Bogor: pusat antar universitas pangan dan gizi. Institut pertanian bogor, 1991.
- Depkes RI (Departemen Kesehatan Republik Indonesia) *Diabetes Melitus Penyebab Kematian Nomor 6 di Dunia*. Jakarta: Departemen Kesehatan, 2013.
- Dipiro, T. Joseph. *Pharmacotherapy. A Pathophysiologic Approach*, 6th Edition. McGRAW-HILL. New York, 2005.
- Fatma. “karakteristik whey limbah dangke dan potensinya sebagai produk minuman dengan menggunakan *lactobacillus acidophilus*”. *fncc 0051 agritech*, vol. 32, no. 4, (2012) h: 353



- Fransisca, kristiani. *Awas pankreasrusak penyebab diabetes*. Cerdassehat: Jakarta, 2012.
- [fao] food and agriculture organization, [who] world health organization. *Guidelines for the evaluation of probiotics in food, report of joint fao/who working group on drafting guidelines for the evaluation of probiotics in food*. Rome (it): food and agriculture organization and world health organization, 2006.
- Gallardo-escamilla, f.j., kelly, a.l. Dan delahunty, c.m. (2007). Mouthfeel and flavour of fermented *whey* with added hydrocolloids. *International dairy journal* 17: 308-315.
- Gao H, Huang Y, Xu PY, Kawabata J. 2007. Inhibitory effect on  $\alpha$ -glucosidase by the fruits of *Terminalia chebula* retz. *Food Chemistry*. 105(2):628-634
- [idf] international diabetes federation. *Idf diabetes atlas, sixth edition*. Brussels (be): international diabetes federation, 2013.
- Icks, A., B. Haastert, C. Trautner, G. Giani, G. Glaeske, and F. Hoffman. 2009. Incidence of lower-limb amputations in the diabetic compared to the non-diabetic population. Findings from Nationwide Insurance Data. Germany 2005-2007. *Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes*. 117:4500.
- Juwana, A. Adi. S. B, Lindayani, Hartayani. L. "Non-dairy probiotic beverage : application of *Lactobacillus plantarum* em1 and *Lactobacillus pentosus* em1 cultures as inoculum in fermented legumes and sweet corn milk" *International Conference of Indonesian Society Lactic Acid Bacteria (ISLAB)*, Yogyakarta: Januari 2013.
- Katzung B.G., Master S.B., And Trevor A.J., (Eds), Chapter 41: *Pancreatic Hormon And antidiabetik Drugs In: Basic & Clinical Pharmacology, 11<sup>th</sup> ed*. China: The Mc Graw-Hill Companies, 2009.
- Koswara, j. *Budidaya jagung manis*. Yasaguna: Jakarta, 1986.
- Koswara j. *Makalah khusus budidaya jagung manis*. Fakultas pertanian-ipb: Bogor, 1989.
- Kullen, m. J. And t. Klaenhamer. "genetic modification of *Lactobacillus casei* dan *Bifidobacteria*. In : g. W. Tannock (ed) probiotics, a. *Critical review*. Horizon sci. Publ., england, 1999.
- Kementerian Agama RI. *Al-Qur'an dan Terjemahan*. Jakarta: Erlangga, 2012.



- Lin, m.c., moon, s.s., doyle, m.p., watter, k.y. "inactivation of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis* serotype enteritidis and *Listeria monocytogenes* on lettuce by hydrogen peroxide and lactic acid with mild heat". *J food pro* 65. (2002) p:1215-1220.
- Marks, D.B., Marks, A.D., Smith, C.M. Basic Medical Biochemistry: A Clinical Approach. Terj. Pendit, B.U. Biokimia Kedokteran Dasar: Sebuah Pendekatan Klinik. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran, 2008.
- Novita, S. A, & Moejaniingsih. "Pengaruh penambahan Susu skim dan konsentrasi starter (*Lactobacillus casei*) dalam Pembuatan Eskrim Susu jagung probiotik". *J Ilmiah* Vol. XI, VI, No. 1, Mei 2011. Pp 36-46.
- Nur, F., Hafsan, Wahdiniar, A. "Isolasi Bakteri Asam Laktat Berpotensi Probiotik Pada Dangke, Makanan Tradisional dari Susu Kerbau di Curio Kabupaten Enrekang". *Biogenesis* 3 no 1 (Juni 2015): h. 60-65.
- Panwar H, Rashmi HM, Batish VK, Grover S. 2013. Probiotics as potential biotherapeutics in the management of type 2 diabetes – prospects and perspectives. *Diabetes Metab Res Rev*. 29:103-112
- Prameswari. "Uji efek ekstrak air daun pandan wangi terhadap penurunan kadar glukosa darah dan histopatologi tikus diabetes mellitus uji efek ekstrak air daun pandan wangi". *jurnal pangan dan agroindustry*. vol.2 no.2 (2014) p.16-27.
- Purnama, dkk. "Lactobacillus casei Fermented Milk as a Treatment for Diabetes in Mice (*Mus musculus*)". *Journal medika veterinaria*. (2017) 11 (1):15-19.
- Ramchandran L, Shah NP. Proteolytic profiles and angiotensin-I converting enzyme and  $\alpha$ -glucosidase inhibitory activities of selected lactic acid, 2008.
- Riset Kesehatan Dasar (RISKESDES). Riset Kesehatan Dasar. Jakarta: Badan Litbangkes, Depkes RI, 2013. P 165-166.
- Russell, r. M.. "The multifunctional carotenoids: insights into their behavior". *Journal of nutrition*. 136. (2006) p: 2690s -2692s.
- Salminen s, wright av. *Lactic acid bacteria. Microbiology and functional aspects*. 2nd edition, revised and expanded. New york (us): marcell dekker inc 2004.
- Surtinah. "waktu panen yang tepat menentukan kandungan gula biji jagung manis (*zea mays saccharata*)". *jurnal ilmiah pertanian* vol. 4 no. 2 februari 2008.

- Servin al, coconnier mh. "Adhesion of probiotic strains to the intestinal mucosa and interaction with pathogens". *Best pract res clin gastroenterol*. 17. (2003) p:741-754
- Shihab, Quraish, Tafsir Mishbab: *Pesan, kesan dan keserasian al-quran cet. X*, jilid II. Jakarta: Lentera Hati, 2007.
- Sharma A, Transdermal Approach of diabetic drug Glibenclamide: A review. *International Journal Of Pharmaceutical Research and development*, 2012. Vol 3 (11), p.25-32.
- Siswono, Jagung Manis Rendah Lemak dan Kolesterol. Gizi net, 2004
- Sloan, A.E. 2002. The top 10 functional food trends the next generation. *Food Technology*, 56(4):32.
- Sriwahyuni. " Pengaruh Suplementasi Bakteri Asam Laktat (BAL) Asal Dangke Isolat Enterococcus Faecium Dan *Lactobacillus plantarum* Terhadap Survivalitas Mencit (*Mus musculus*) ICR Jantan Yang Ditantang Dengan Escherichia Coli". Skripsi. Makassar: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin. 2017.
- Suarni. Pemanfaatan jagung masak susu berbagai produk olahan mendukung pemenuhan pangan menunjang hidup sehat. *Prosiding Sem Nasional BBP2TP*. (2009). Palu. p. 175-182.
- Sukandar, e.y., andrajati, r., sigit, j.idan kusunandar.,*isofarmakoterapi*. Isfi, jakarta. 2008.
- Smith, B. J. dan S. Mangkoewidjojo. Pemeliharaan, Pembiakan dan Penggunaan Hewan Percobaan di Daerah Tropis Indonesia. Jakarta: University Press, 1988.
- Syafiqoh, Nur. "Aktivitas Antioksidan Dan Efek Antidiabetes Probiotik *Lactobacillus plantarum* SK(5) Asal Bekasam". Tesis. Bogor: Program Studi Mikrobiologi, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 2016.
- Syafiqoh N. Bakteri asam laktat asal bekasam sebagai kandidat probiotik. *Skripsi*. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor, 2014.
- Yusrika F. A. Efek ALoksan Terhadap Kadar Glukosa Darah Tikus Wistar. *Skripsi*. Semarang: Universitas Dipenegoro semarang, 2009.
- Tim Trubus, *sweet corn Baby corn*. Penebar swadaya: Jakarta, 2002.

- Triplitt C. L Reasner C. A. And Isley W.C., Chapter 77: Diabetes Mellitus. In (Dipiro JT, Talbert RL, Yee GC, Wells BG And Posey LM Eds). *Pharmacoteraphy A Pathophysiologic Apporach*. 7<sup>th</sup> ed. New York: Mc Graw-Hill Companies, (2008). Inc., p 1205-1223.
- Tjitrosoepomo, C., *Taksonomi Tumbuhan*. Gajah Mada Universy Press: Yogyakarta, 1991.
- Vasiljevic, shah np. Review: probiotics — from metchnikoff to bioactives. *Int dairy j*. 18. (2008) p:714–728.
- Winarno. F. G. *Enzim pangan*. Cetakan kedua. Gramedia: Jakarta, 1986.
- Whitman, W.B. *Bergeys Manual Of Systematic Bacteriology Second Edition Volume Three The firmicutes*. Ed Paul Vos George Garrity. Dorothy Jones, Noel R, Krieg, Wolfgang Ludwig, Fred A. Rainey, Karl-Heinz Schleifer, William B. Whitman, New York: Springer Dordrecht, 2009.
- Wijaya, C.H. and M. Astawan. Strategi Jepang dalam pengembangan pangan tradisional sebagai basis pangan fungsional. Dalam L. Nuraida dan R. Dewanti-Hariyadi (Eds.). *Pangan Tradisional Basis bagi Industri Pangan Fungsional & Suplemen*. Prosiding, 2001.
- WHO. Expert consultation on diet, nutrition and prevention of chronic disease, 2000.
- WHO. 2009: Diabetes. <http://www/who.int/>. (24 september 2018).
- Yun, S. I., H.O. Park, and J.H. Kang. 2009. Effect of *Lactobacillus gasseri* BNR17 on blood glucose levels and body weight in a mouse model of type 2 diabetes. *Journal of Applied Microbiology*. 107(5):168116
- Zhang y, zhang h. “Microbiota associated with type 2 diabetes and its related complications”. *Food sci hum well*. 2. (2013) p:167-172.

Lampiran 1. Data Kadar Glukosa Darah Mencit (*Mus musculus*) selama 14 hari perlakuan.

1. Perlakuan P1 (Mencit Diabetes (Diinduksi Aloksan) yang diberikan intervensi

NO	SAMPEL	(mg/dL)				KETERANGAN
		H-	H0	H7	H14	
1	Mencit 1	143	600	600	469.5	Menurun
3	Mencit 3	80	549	600	423	Menurun
	RATA-RATA	111.5	574.5	600	446	Menurun

2. Acarbose sebanyak 0.1 ml/10 gramBB (Kontrol Positif).

3. Perlakuan P2 (Mencit Diabetes (Diinduksi Aloksan) yang diberikan intervensi susu jagung tanpa *L.plantarum* 0.2 ml (Kontrol Negatif)

NO	SAMPEL	(mg/dL)				KETERANGAN
		H-	H0	H7	H14	
2	Mencit 2	61	574	551	594	Tdk menurun
3	Mencit 3	68	524	555.5	593.5	Tdk menurun
	RATA-RATA	64.5	549	553.35	593.75	Tdk menurun

4. Perlakuan P3 (2%) (Mencit Diabetes (Diinduksi Aloksan) yang diberikan intervensi susu jagung Fermentasi *L.plantarum* 0.2 ml)

NO	SAMPEL	NILAI KADAR GLUKOSA DARAH (mg/dL)				KETERANGAN
		H-	H0	H7	H14	
1	Mencit 2	112	551	575.5	458.5	Menurun
2	Mencit 3	104	493	534.5	440	Menurun
	RATA-RATA	164	797.5	842.75	678.5	Menurun

5. Perlakuan P4 (4%) (Mencit Diabetes (Diinduksi Aloksan) yang diberikan intervensi susu jagung tanpa *L.plantarum* 0.2 ml (Kontrol Negatif)

NO	SAMPEL	NILAI KADAR GLUKOSA DARAH (mg/dL)				KETERANGAN
		H-	H0	H7	H14	
1	Mencit 1	83	600	588	474.5	Menurun
2	Mencit 2	169	456	444	431	Menurun
	RATA-RATA	126	528	516	452.75	Menurun

6. Perlakuan P5 (6%) (Mencit Diabetes (Diinduksi Aloksan) yang diberikan intervensi susu jagung tanpa *L.plantarum* 0.2 ml (Kontrol Negatif)

NO	SAMPEL	NILAI KADAR GLUKOSA DARAH (mg/dL)				KETERANGAN
		H-	H0	H7	H14	
2	Mencit 2	66	600	600	507	Menurun
3	Mencit 3	68	278	274	240.5	Menurun
	RATA-RATA	67	439	387	372.25	Menurun

7. Perlakuan P6 (8%) (Mencit Diabetes (Diinduksi Aloksan) yang diberikan intervensi susu jagung tanpa *L.plantarum* 0.2 ml (Kontrol Negatif)

NO	SAMPEL	NILAI KADAR GLUKOSA DARAH (mg/dL)				KETERANGAN
		H-	H0	H7	H14	
2	Mencit 2	80	247	474	205.5	Menurun
3	Mencit 3	66	335	342.5	210	Menurun
	RATA-RATA	73	291	408.25	207.5	Menurun

Lampiran 2. *Analysis of variant* ANOVA**ANOVA**

## KADAR GLUKOSA DARAH

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	33054.417	5	6610.883	3.280	.090
Within Groups	12091.750	6	2015.292		
Total	45146.167	11			

## Lampiran 3. Perhitungan Dosis Aloksan

Dosis Aloksan : 120 mg/kg BB Tikus

Dosis untuk tikus dengan berat 200 gr

$$\text{➤ } \frac{200}{1000} \times 120 \text{ mg} = 24 \text{ mg/ BB tikus 200 gr}$$

Konversi dosis tikus 200 gr – Mencit 20 gr = 0.14

$$\text{➤ } 24 \text{ mg} \times 0.014 = 3.36 \text{ mg/20 gr BB Mencit}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Untuk 1 kg mencit} &= \frac{1000}{20} \times 3.36 \\ &= 168 \text{ mg/kg BB mencit} \\ &= 1.68 \text{ mg / 10 gr Mencit} \end{aligned}$$

Dosis Maksimum untuk Oral yaitu sebanyak 1 ml.

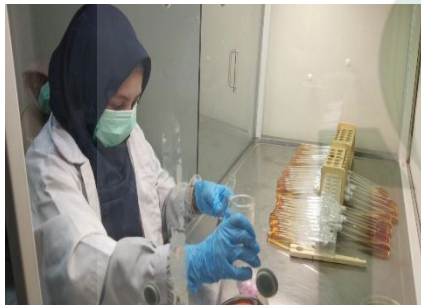
$$\text{➤ } 10\% \times 1 \text{ ml} = 0.1 \text{ ml/10 gr BB mencit}$$

#### Lampiran 4. Perhitungan Dosis Acarbose

- Dosis Hewan = Dosis manusia x Faktor Konversi ke Menci
- Dosis = 50 mg/ 70 kg BB manusia
- Konversi ke 1 kg = 0.71/ kg BB manusia
- Dosis hewan = 0.71 mg x 12.3
- = 8.73 mg/kg BB mencit
- = 0.087 gr/10 gr BB mencit
- Dosis acarbose =  $\frac{\text{Berat Hitung}}{\text{Berat Etiket}} \times \text{Berat rata - rata}$
- =  $\frac{0.087}{0.05} \times 0.124$
- = 0.215 gr/
- =  $\frac{0.215}{0.1} \times 10 \text{ ml}$
- = 0.0215 gr/ 10 ml (stok)



## Lampiran 5. Pembuatan Kultur Bakteri



Penimbangan Glukosa  
Penuangan Media



Penimbangan Susu  
Penginokulasian starter

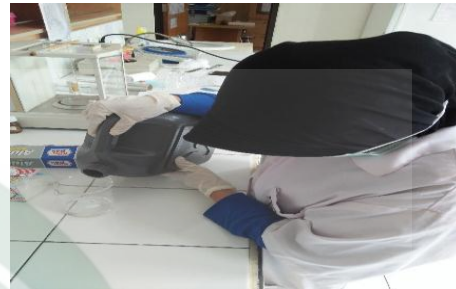


Starter Siap Pakai

## Lampiran 6. Pembuatan Susu Jagung



Pemipilan dan penimbangan biji jagung



Penuangan Aquadest



Biji jagung di blender sampai halus



Penyaringan sari jagung



Sterilisasi susu jagung



Penuangan dan pengendapan susu jagung



Penginokulasian susu jagung



susu Jagung yang telah di inkubasi siap digunakan



Pengadaptasian Hewan Uji Mencit ICR Jantan (*Mus musculus*)





Penginduksian Aloksan



Pemberian Susu jagung Fermentasi *L.plantarum*



Pengukuran Kadar Glukosa darah



Hasil Pengukuran Kadar Glukosa Darah

## RIWAYAT HIDUP



Nama lengkap Mutmainnah, lahir di Bulukumba, 23 Desember 1996. Beralamat lengkap di Jalan Poros Bacari, Desa Palambara E, Kec. Gantarang, Kab. Bulukumba. Beragama Islam. Merupakan anak kandung dari pasangan Muh. Gassing dengan Upriana. Anak Terakhir dari tiga bersaudara. Penulis Mengawali pendidikan di jenjang TK Taman Kanak-Kanak Nurul Hidayat tahun 2000. Dan melanjutkan ke Sekolah dasar MI Negeri 1 Bulukumba pada tahun 2002-2008, kemudian penulis melanjutkan ke jenjang sekolah menengah pertama pada tahun 2008-2011 yakni di SMP Negeri 1 Bulukumba dan kejenjang yang lebih tinggi lagi di SMK Negeri 1 Bulukumba pada tahun 2011-2014 dengan jurusan Administrasi Perkantoran. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikannya ke tingkat perguruan tinggi di Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Fakultas Sains dan Teknologi Prodi Biologi.

# LAMPIRAN

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
**ALAUDDIN**  
M A K A S S A R

